環境省請負業務

環境省

平成２６年度環境技術実証事業

自然地域トイレし尿処理技術分野

実証試験結果報告書

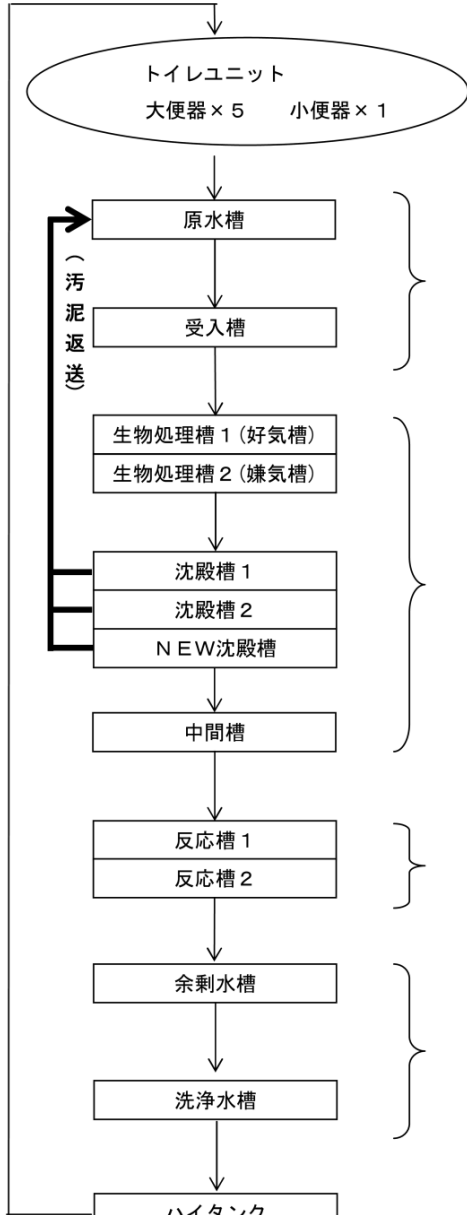
平成 27 年３月

実　証　機　関　：　特定非営利活動法人 山のＥＣＨＯ
環境技術開発者　：　株式会社ビオ・ミクト
技術・製品の名称　：　移動式循環型水洗バイオトイレシステム
（水使用−生物処理−バイオチップ）
実証試験実施場所　：　千葉県館山市宮城 沖ノ島渡り口付近
実　証　番　号　：　０３０－１４０１

本報告書はカラー原稿のため、印刷する際などは注意が必要です。

目　次

■全体概要（概要版に同じ）

■本編

■全体概要

実証試験結果報告書の概要を示す。

し尿処理方式*	水使用–生物処理–バイオチップ方式
実証機関	特定非営利活動法人 山のＥＣＨＯ
実証申請者	株式会社ビオ・ミクト
処理方式/技術名	移動式循環型水洗バイオトイレシステム

※実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称

１．実証装置の概要

装置の特徴	本実証装置は、生物処理工程における好気処理及び嫌気処理の２段階処理により、有機物等の汚濁物質のほか、窒素除去も期待している。また、固液分離を確実にするため、沈殿槽を３段階で設計している。バイオチップを充填した反応槽に散布することで、処理水をより高度なものとしている。仕上げ処理された処理水は、トイレ洗浄水として循環使用する。
し尿処理フロー および解説	

2．実証試験の概要

①実証試験場所の概要

設置場所	千葉県館山市宮城の沖ノ島渡り口付近
地域（山域等）名等	南房総国定公園　※沖ノ島　（標高：　1　m　）
トイレ供用開始日※（既設のみ）	（平成 26 年 7 月 18 日）　※トイレを設置し使用し始めた日
トイレ利用期間	（ 通年利用 ・シーズンのみ利用 ）

沖ノ島は館山湾の南端に位置している陸続きの無人島

画像上：　沖ノ島の位置

写真上：設置場所周辺の様子

写真下　実証装置を正面から望む
（赤：女性用、青：男性用）

撮影日：写真上（平成 27 年２月 11 日）、写真下（平成 26 年８月 25 日）

②実証装置の仕様および処理能力

項目		仕様および処理能力
装置名称		名称：スマートイノベーショントイレ「エシカル」　（型式：BM-UDA-01）
設置面積		29.76 ㎡　（W 12,192 mm × D 2,438 mm　※処理装置のみ）
便器数		男性（大：洋 1、小：1）、女性（洋 4）
処理能力等（設計・仕様）	使用回数 ※	平常時：720 回/日　（使用集中時：830 回/日）
	必要水量	初期水量：15.9 t　（補充水量：なし）
	必要電力	消費電力量：5 kWh/日
	必要燃料	自然エネルギー利用により不要
	必要資材	反　応　槽：バイオチップ（杉材）　3 ㎜～6 ㎜　（1.44 ㎥） 生物処理槽：バイオチップ（杉材にクロレラ、ヨモギなど 8 品目を混合） 3 ㎜～6 ㎜　（1.28 ㎥（生物処理槽 1+2 の容量に対し 15%）） ※補充の目安量は初期投入量の 5～10%／年
	稼動可能な気温	-5～40℃
	専門管理頻度	年 2 回　※使用状況による
	搬出が必要な発生物	反応槽は目詰まりを起こした際にバイオチップを交換。 汚泥は、移動時及びメンテナンス状況で引き抜きが必要と判断した場合は、バキューム車等によりくみ取る。 最 終 処 分 方 法：　し尿処理場

３．実証試験結果

①稼動条件・状況

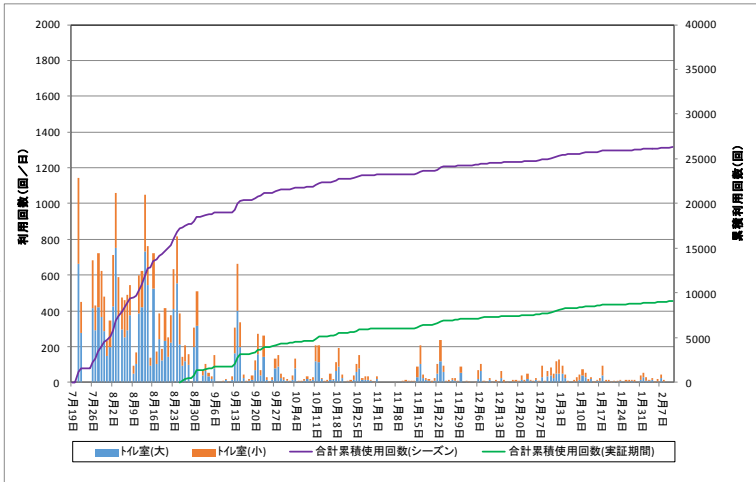
項目	実証結果
実証試験期間	試験期間：平成 26 年 8 月 25 日～平成 27 年 2 月 11 日（ 170 日間） 越冬期間：なし
利用状況	使用回数合計：9,131 回（170 日間） 集中時　：最高 665 回/日（9/14）、 平均 221 回/日（6 日間） 平常時　：平均　48 回/日（164 日間）
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：（ 便槽投入 ・ 分別回収 ）
気象条件	気温（最高：31.8℃、最低：－2.8℃）、積雪（なし）　※館山市気象台データ
使用水量	初期水量：15.9 t、補充水量：なし 水の確保方法： 上水・雨水・沢水・湧水・その他（ ））
使用電力	設備内容：エアレーション、ポンプ、ブロワ、電動弁、モーターバルブ、レベルセンサー、DC ファン、人感センサー付照明 使用量：5.1 kWh/日
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段（ 車、ヘリコプター、ブルドーザー、人力、その他（ ）） 処理・処分方法（本実証試験期間中に反応槽のバイオチップを 1 回交換した）

②維持管理性能

項目	実証結果
日常管理	内　　容：トイレブースの掃除、トイレットペーパー等消耗品の補充、給水（雨水）タンクの確認及び必要に応じて水補充、その他 作 業 量：１回あたりの作業１人で３０分 実施頻度：集中時は毎日、平常時は１～２回／週
専門管理	内　　容：１．全般的な点検事項（臭気の有無、設備破損等の有無、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等） ２．装置の点検事項 （発酵物の外観確認、臭気の有無、装置周辺の異常の有無） ３．試料採取、臭気測定（検知管） 作 業 量：１回あたりの作業２人で６０分（試料採取含む） 実施頻度：４回／実証期間
トラブル	内　　容：７月および８月の集中使用により、反応槽の目詰まりが発生した。 対処方法：反応槽のバイオチップの交換（80kg）を１度行った
維持管理の作業性	日常維持管理および専門維持管理ともに、作業は容易に実施できた。
マニュアルの信頼性	概ね基本事項や必要事項は記載されている。 ただし維持管理に関して、水質的な観点や発生物の搬出及び処理・処分についての記載がほとんどない。残渣の発生は想定していないことが理由と考えられるが、本実証試験においては処理機能悪化の回復措置のために、バイオチップの入れ替え（排出）を実施したことが確認されたことから、残渣の発生（搬出、処分等）が発生するケースについて記載することが必要である。 また、マニュアル類については、写真・図等を用いて、一般ユーザーにとって見やすい構成とすることが望まれる。

使用回数および維持管理状況グラフ

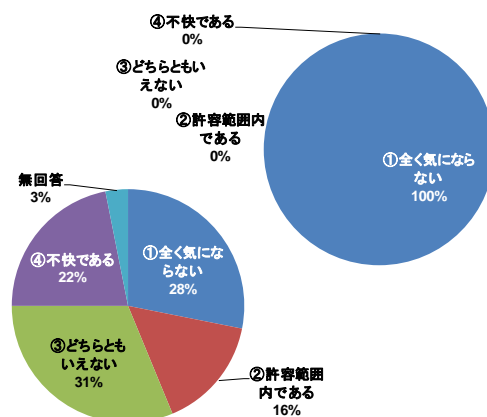
実証試験期間における累積使用回数は 9,131 回で単純平均すると１日当たり使用回数は54回/日であった。最大使用回数は 665 回/日で平常時処理能力(720 回/日)を超えることはなかった。

実証試験開始前には大きな利用者ピーク(7/21～8/31)があり、平常時処理能力を超える日が述べ７日、うち３日は集中時処理能力(830 回/日)を超えた。最も利用者が多かった日は 1,141 回/日で、実証対象装置については非常に厳しい稼動条件であった。

③室内環境

実証期間中に行ったアンケートでは、トイレブース内の臭気(円グラフ右)は全く気にならないと回答している。洗浄水の色や濁り(円グラフ左)については、「どちらともいえない」の回答が 31％で最も高いものの、その他半数弱の利用者は許容範囲内であると回答している。色についてのネガティブなコメントとしては、「使っていいか分からない」等の回答が見られる。

機械音についてはほぼ気にならない状況であった。

（アンケート実施日：平成 27 年２月 11 日）

（有効回答：32 名）

④処理性能

○ 実証試験前の使用集中時においては想定以上の利用者実績があり、過負荷等により処理性能（水質）が悪化した。水質悪化により処理水のSSが増し、バイオチップ目詰まり等のトラブルも引き起こした。

○ 使用集中時期は曝気不足等により処理性能に影響し、BODも十分に除去できなかった。使用集中時以外については良好な処理性能が得られ、処理水のBOD濃度も設計値(20mg/L)を安定して満足した。

○ 処理が安定してる時期においては良好な脱窒素効果が認められた。使用集中時においては曝気風量が不足したこともあり、窒素の硝化が進まず、脱窒素効果はほとんど得られなかった。

○ TOCや塩素イオン等については累積使用回数の増加に伴い、濃縮が認められた。

○ トイレブース内や処理装置近傍では、硫化水素及びアンモニアともに検知管測定のレベルでは検出されなかった。使用集中時の処理性能が悪化した時期は処理水(洗浄水)に臭気を伴ったため、トイレ使用後に洗浄水を流す段階で、一時的にトイレブース内に臭気が認められた。

⑤コスト		
建設	総事業費　（19,200千円）	①～②の合計
	①本体工事費　（18,500千円）	
	②運 搬 費 等　（　700千円）	
維持管理	合計　（　800千円）	①～⑥の合計
	①棄物処理費　（　0千円）内運搬費（　0千円）	
	②燃　料　費（　0千円）内運搬費（　0千円）	
	③専 門 管 理 費（　100千円）　※館山市設置の実証装置での例	
	④消　耗　品　費（　680千円）内運搬費（　0千円）※参考値	
	⑤トラブル対応費（　20千円）内運搬費（　0千円）	
	⑥そ　の　他　（　0千円）　※ﾊﾞｲｵﾁｯﾌﾟの入替は専門管理時に実施	

4．本装置導入に向けた留意点

①設置条件に関する留意点

本装置の設置に向けては電力確保が必須条件となる。商用電力が利用できない場合には自然エネルギーや発電機等を計画する必要がある。電力不足による曝気不足は処理性能を悪化させるため、確保できる電力量に見合った処理能力の設定が必要である。電力確保を自然エネルギー等で計画する場合には特に留意が必要である。

本装置は地上式水槽を使用した処理装置であり、外気温の影響を大きく受ける。本実証試験においても冬期において生物処理水槽の水温低下が認められた。設置場所の気候条件を十分考慮し、必要な保温対策を計画するとともに、冬期は水温低下により処理効率がある程度低下することを想定した上で処理能力を設定する必要がある。

②設計、運転・維持管理に関する留意点

本実証試験において処理能力を超える過負荷の状態が続くことで、処理性能が悪化することが確認された。よって、必要とされる処理人数を十分に検討した上で処理能力を設定することが重要である。

日常維持管理はトイレの機能（衛生維持）に直結する重要な事項であるので、維持管理体制については確実に行う体制を検討する必要がある。

トイレはその重要性から、事故や故障等のトラブルが発生した場合においても、迅速な対応及び早期復旧が求められる。このため、設置者、日常管理者、技術者、製造メーカー間等の連絡体制を明確にしておくことが重要である。

5．課題と期待

○　本装置では想定を超える著しいピークにより処理性能が悪化した。しかし、この際にも余剰水の発生はなく、処理装置系外に汚水を排出することはなかった。周辺環境への影響もなく、処理性能悪化時においても衛生施設としてのトイレの役割は果たしていた。

○　本実証試験の対象となった装置は使用電力を全て自然エネルギー(太陽光、風力)でまかなっており、商用電力が利用できない場所においても稼動が可能であることが確認された。ただし、処理に必要な電力が不足すると処理性能が悪化することが確認され、確保可能な電力量に見合った装置規模とすることが重要である。

○　本技術は処理水を洗浄水として循環するクローズドタイプの処理装置である。よって。累積使用回数の増加に伴って色度等が濃縮される。利用者視点から洗浄水の着色はイメージダウンとなるため、状況によっては対策が必要となる。

［参考情報］

このページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

<table>
<tr><td colspan="2">項目</td><td colspan="4">実証申請者記入欄</td></tr>
<tr><td colspan="2">名称／型式</td><td colspan="4">スマートイノベーショントイレ「エシカル」</td></tr>
<tr><td colspan="2">し尿処理方式</td><td colspan="4">生物処理方式</td></tr>
<tr><td colspan="2">製造（販売）企業名</td><td colspan="4">株式会社ビオ・ミクト</td></tr>
<tr><td rowspan="3">連絡先</td><td>TEL/FAX</td><td colspan="4">ＴＥＬ 0852-67-2886　ＦＡＸ 0852-67-2868</td></tr>
<tr><td>WEB アドレス</td><td colspan="4">http://bio-mict.co.jp/</td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="4">bio-mikuto @ herb.ocn.ne.jp</td></tr>
<tr><td colspan="2">サイズ・重量</td><td colspan="4">全体（建物含）
W 12,192mm × D 2,438mm × H 2,596mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">設置に要する期間</td><td colspan="4">２日</td></tr>
<tr><td colspan="2">製品寿命</td><td colspan="4">15 年～20 年　外装のメンテ。部品の交換</td></tr>
<tr><td colspan="2">コスト概算（円）※</td><td>費目</td><td>単価</td><td>数量</td><td>計</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">イニシャルコスト</td><td>トイレ本体</td><td></td><td>1</td><td>18,500,000 円</td></tr>
<tr><td>搬入・設置</td><td></td><td></td><td>700,000 円</td></tr>
<tr><td>調整費</td><td></td><td></td><td>350,000 円</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>合計</td><td>19,550,000 円</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">ランニングコスト</td><td>メンテ年２回</td><td>100,000 円</td><td>2</td><td>200,000 円</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>合計</td><td>200,000 円</td></tr>
<tr><td colspan="6">※ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄ概算及びﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄの条件
維持管理費用は設置場所により変化する。例えば山岳・離島などは特に高額になります。
またイニシャルコストも風力が必要ない（風が吹かない場所）場合もあります。</td></tr>
</table>

○その他メーカーからの情報

■本編

１．趣旨と目的

本実証試験は、自然地域トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を客観的に実証し、情報公開することにより、自然地域トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立をはかり、山岳地等の自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

２．実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1　実証試験概要

項　目	内　容
実証試験期間	平成 26 年 8 月 25 日～平成 27 年 2 月 11 日
実証試験場所	千葉県館山市宮城 沖ノ島渡り口付近
実証機関	特定非営利活動法人山のＥＣＨＯ 〒105-0004　東京都港区新橋 5-5-1　IMC ビル新橋 9F TEL 03-6809-1518　　FAX 03-6809-1412
実証申請者	株式会社ビオ・ミクト 〒690-0014　島根県松江市八雲台 2 丁目 9-352 TEL: 0852-67-2886　FAX: 0852-67-2868（本社）
実証対象装置 （し尿処理方式）	移動式循環型水洗バイオトイレシステム （水使用―生物処理―バイオチップ）

３．実証試験実施場所

3-1　実施場所の概要

実証試験の対象となるトイレは「千葉県館山市宮城の沖ノ島渡り口付近」に設置されているトイレで、平成 26 年 7 月 18 日より供用を開始している。

沖ノ島は館山湾の南端に位置している陸続きの無人島で、南房総国定公園の一つである。海の透明度も高く、島の中や周辺の海には貴重な自然が残されており、この付近がサンゴの北限域とされている。磯遊びやビーチコーミング（浜辺に落ちている漂着物を拾い集める遊びのこと）を楽しむ観光客が訪れる場所として有名である。図 3-1-1～3-1-3 に実証試験地周辺の地図を示す。

（地理院地図「電子国土 web」より）

図 3-1-1　実証試験地広域図

（地理院地図「電子国土 web」より）

図 3-1-2　実証試験地周辺図

（館山市商工観光課チラシより）

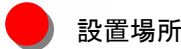
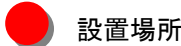
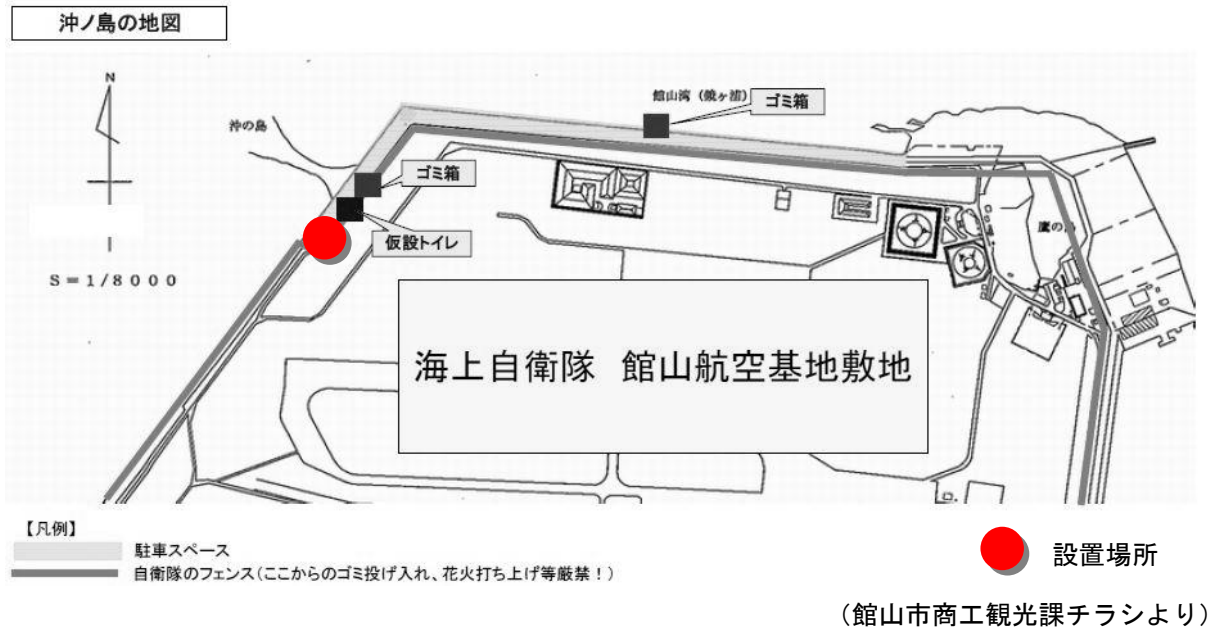



図 3-1-3　実証設置場所図

3-2　実施場所の諸条件

沖ノ島周辺の気象データについて、館山地方気象台の平成 25 年の観測データを表 3-2-1～表 3-2-4 に示す。

データは気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php ）から引用した。

表 3-2-1　　平均気温（℃）（平成 25 年度）

月	平均気温	月	平均気温
1 月	5.3	7 月	25.4
2 月	6.2	8 月	27.9
3 月	12.4	9 月	24.0
4 月	15.0	10 月	19.8
5 月	18.4	11 月	12.8
6 月	21.6	12 月	8.0

表 3-2-2　降水量・風向・風速（平成 25 年度）

月	降水量(mm)				風向・風速(m/s)				
	合計	最大			平均風速	最大風速		最大瞬間風速	
		日	1 時間	10 分間		風速	風向	風速	風向
1	72.5	48.0	9.0	5.0	3.3	15.4	北北西	26.1	北北西
2	137.5	38.5	13.0	5.0	3.0	12.3	南西	21.1	西南西
3	67.0	16.0	14.5	5.0	3.8	12.9	西南西	22.9	西南西
4	208.5	56.5	28.0	7.5	4.4	16.7	西南西	26.5	南東
5	110.0	57.0	9.5	3.0	3.3	12.0	南西	18.9	南西
6	212.5	57.0	16.5	4.5	3.1	12.5	南西	22.2	南西
7	52.5	34.0	16.0	6.5	3.2	12.8	南西	20.7	南西
8	30.5	18.5	8.0	2.5	3.2	12.5	南西	20.1	南西
9	163.0	48.5	24.0	13.0	3.3	15.7	南南西	25.7	南南西
10	494.0	187.0	38.5	13.5	3.2	20.1	北北西	38.5	北
11	99.0	51.0	23.5	14.0	3.4	14.4	南	22.6	南南東
12	65.5	19.0	10.5	3.5	3.3	14.6	西	24.5	西

表 3-2-3　日照時間・大気現象（平成 25 年度）

月	日照時間(h)	大気現象	
		雪日数	霧日数
1	206.1	6	0
2	133.1	3	0
3	188.7	0	2
4	201.5	0	0
5	220.2	0	2
6	110.5	0	0
7	187.9	0	0
8	254.1	0	1
9	186.6	0	0
10	129.8	0	1
11	174.3	0	2
12	181.2	3	0

４．実証装置の概要

4-1　実証技術の特徴と処理フロー

（１）実証対象となる技術の概要

実証対象となる水使用-生物処理-バイオチップ方式は、トイレ汚水を受入・前処理する工程（原水槽及び受入槽）、生物処理工程（生物処理槽、沈殿槽）、仕上げ処理工程（反応槽）、処理水再利用工程（ハイタンク、余剰水槽）で構成されている。生物処理工程ではバイオチップを接触材とした接触曝気方式で、好気処理及び嫌気処理を行う。よって、ＢＯＤ等の汚濁物質のほか、窒素の除去も行われ、また大腸菌群も不活化される。生物処理後はバイオチップを充填した反応槽に生物処理水を散布する仕上げ処理を行い、再利用（トイレ洗浄水）可能となる処理水を得る。本技術は基本的に処理水再利用のクローズドシステムであるが、使用回数増加に伴い、汚泥の蓄積、循環水の濁り、難分解性物質等の濃縮が進行するため、汚泥等の引き抜き処分が必要となる。

（２）実証対象技術の特徴

本実証装置は、生物処理工程における好気処理及び嫌気処理の２段階処理により、有機物等の汚濁物質のほか、窒素除去も期待している。また、固液分離を確実にするため、沈殿槽を３段階で設計している。バイオチップを充填した反応槽に散布することで、処理水をより高度なものとしている。仕上げ処理された処理水は、トイレ洗浄水として循環使用する。

4-2　実証装置の仕様

本実証装置の仕様について、図 4-2-1 にし尿処理フロー、図 4-2-2 に設計フロー、図 4-2-3 に処理装置の実寸と有効容積、図 4-2-4 にシステム構成図、表 4-2-1、4-2-2 に技術仕様を示す。また、標準設計図については図 4-2-5～4-2-8 に示す。

※前処理工程
し尿以外の異物除去、エアー撹拌による汚物の性状均一化等を行う。

※生物処理工程
容積比約15%でバイオチップを投入し、接触曝気による生物処理を行う。生物処理は好気処理、嫌気処理の２段階で行い、ＢＯＤ等の汚濁物質の他、窒素除去も可能としている。
沈殿槽は３段階あり、固液分離を徹底している。

※仕上げ処理工程
バイオチップを充填した反応槽に生物処理水を散布し、微量残留有機成分を処理する。
また、処理水の蒸発を促し、水量増加を抑える効果もある。

※処理水循環・水量調整工程
処理水を一時貯留し、洗浄水としてトイレユニットへ返送し、再利用する。
利用使用集中時のクッションタンクとして余剰水槽を設置する場合もある。

図 4-2-1　し尿処理フロー

※基本数値

・BOD 排出量　2.34 g／回
・発生原単位　0.25 L／回
・洗浄水量　8 L／回

し尿

トイレユニット
大便器　× 5
小便器　× 1

ブロワ

原水槽

受入槽

生物処理槽１（好気槽）
生物処理槽２（嫌気槽）

（汚泥返送）

沈殿槽１
沈殿槽２
ＮＥＷ沈殿槽

中間槽

反応槽１
反応槽２

ハイタンク

1 2 3 4 5

１．し尿

・使用回数：720 回／日
・水量：0.18 ㎥／日
・濃度：ＢＯＤ　9,400 mg /L

２．生物処理原水

・水量：5.94 ㎥/日
・濃度：ＢＯＤ　310 mg /L

３．生物処理水

・水量：5.94 ㎥/日
・濃度：ＢＯＤ　31 mg /L

４．反応槽処理水

・水量：5.76 ㎥/日
・水質：ＢＯＤ　20 mg /L

５．洗浄水・循環水

・水量：5.76 ㎥/日
・水質：ＢＯＤ　20 mg/L
：大腸菌群数　3,000 個/mL

図 4-2-2 設計フロー

トイレ室

⑪ハイタンク
実寸W650＊L700＊H300
有効容積90L

①原水槽
実寸W600＊L800＊H700
有効容積144L

④生物処理槽２
実寸W800＊L2400＊H2480
有効容積4180L

③生物処理槽１
実寸W800＊L2400＊H2480
有効容積4370L

⑥NEW沈降槽

⑦中間槽
実寸W400＊L800＊H1900
有効容積340L

⑤沈降槽１・２
実寸W1300＊L700＊H2480
有効容積1920L

②受入槽
実寸W1300＊L1300＊H2480
有効容積3890L

⑩洗浄水槽
実寸W1300＊L1300＊H2480
有効容積2930L

（余剰水槽）

⑧反応槽１
実寸W650＊L900＊H2480
有効容積230L

⑨反応槽２
実寸W650＊L900＊H2480
有効容積230L

水の流れ

728　2,496　2,496

416　832　728　1,352　676　676　936

832　676　676

図 4-2-3 処理装置の実寸と有効容積

表 4-2-1　技術仕様

企業名		株式会社ビオ・ミクト
技術名称		移動式循環型水洗バイオトイレシステム
装置名称		スマートイノベーショントイレ「エシカル」 （型式：BM-UDA-01）
し尿処理方式		水使用—生物処理—バイオチップ
製造企業名		株式会社ビオ・ミクト
連絡先	住所	〒690-0014 島根県松江市八雲台 2 丁目 9-35
	担当者	上田　清美
	連絡先	TEL: 0852-67-2886　FAX: 0852-67-2868（本社）
	E-Mail	bio-mikuto@herb.ocn.ne.jp
設置条件	水	初期水（15.9 t）
	電気	不要
	道路	使用
使用燃料	燃料の種類	不要
	消費量	―
使用資材	資材の種類	反　応　槽：バイオチップ（杉材）　3 ㎜～6 ㎜ 生物処理槽：バイオチップ（杉材）　3 ㎜～6 ㎜ ※クロレラ、ヨモギなど 8 品目を混合
	投入量	反　応　槽：　1.44 ㎥ 生物処理槽：　1.28 ㎥（生物処理槽 1＋2 の容量に対し 15%） ※補充の目安量は初期投入量の 5～10%／年
温度	適正稼働が可能な気温	-5 ℃～40 ℃
装置タイプ （トイレと処理装置が一体型）		洋式水洗トイレ　5 基 男子用小便器　　1 基
サイズ	処理装置のみ	W 12,192 mm × D 2,438 mm × H 2,700 mm
重量	処理装置のみ	11.5 t
処理能力 0.25L／回として算定	平常時	720 回／日（180.0 L/日）
	使用集中時	830 回／日（207.5 L/日）
	性能提示値	BOD 20 mg/L
その他（特記事項）		・基本的に抜き取りなし （移動時及びメンテナンス状況で抜き取りが必要と判断した場合は、バキューム車等による汲取り後、最終処分場に搬送して処分） ・自然エネルギー使用（太陽光・風力発電） ・リチウムイオン電池搭載

表 4-2-2 主要機器の仕様

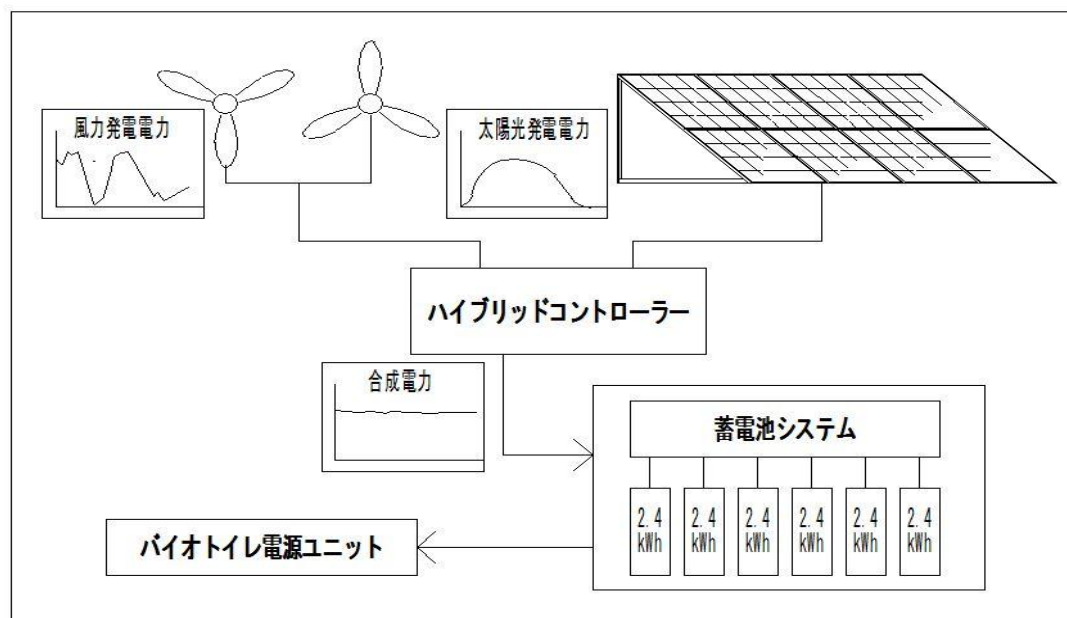
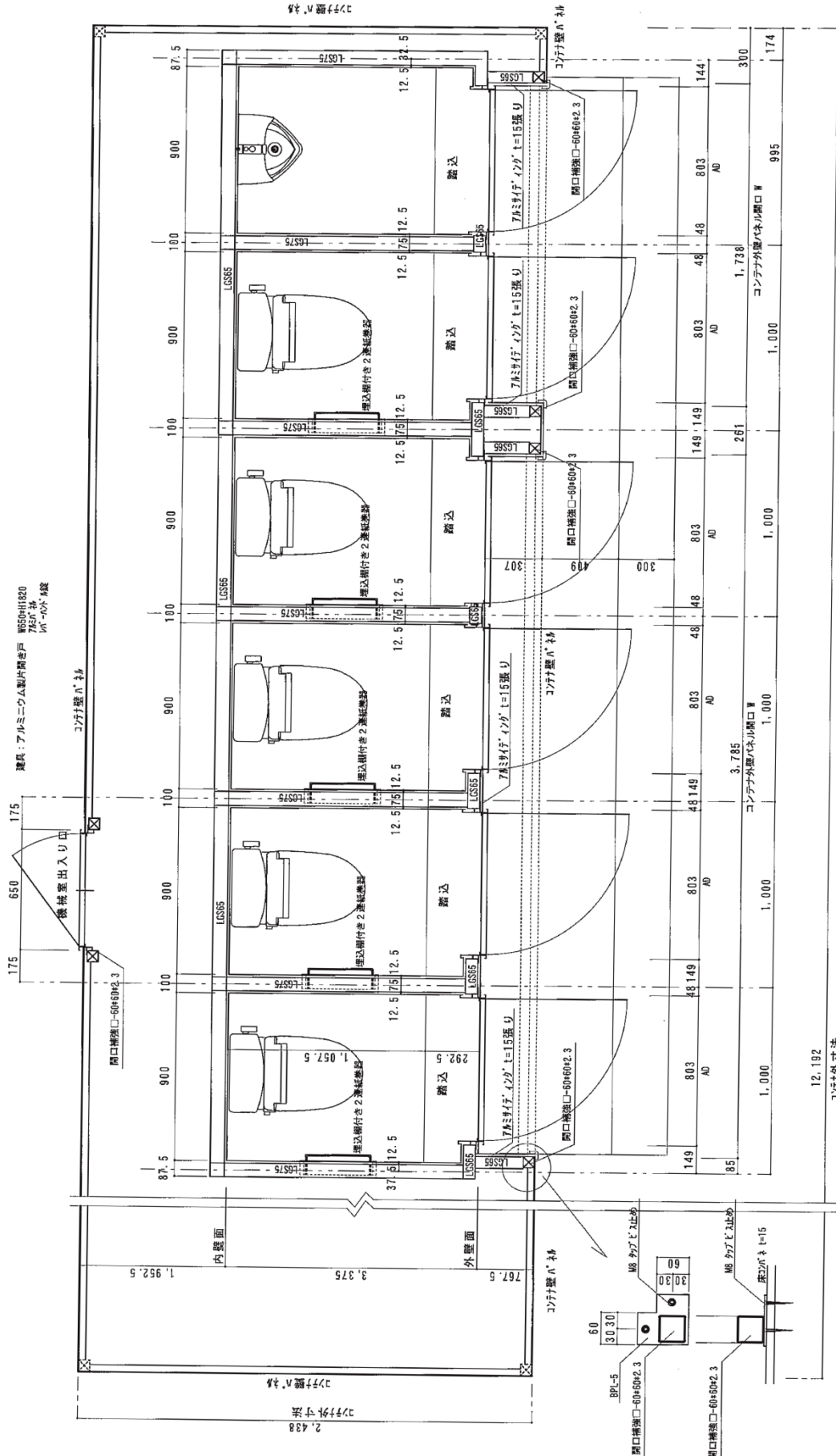
機器名	メーカー名	型式	仕様
原水槽エアレーション	アクアテックサラヤ	ｱｸｱﾊｰﾄｴｱﾚｰｼｮﾝ・ミニ	—
受入槽エアレーション		AS-250	適応風量 175～275 L/min
原水槽ポンプ 受入槽ポンプ 沈降槽 2 ポンプ 中間槽ポンプ パーキング槽ポンプ 洗浄水ポンプ	寺田ポンプ	S24D-100 DC24V	口径 25mm 吐出し量　最大 105 L/min 全揚程　最高 6 m 出力　100W 電圧　DC24V 電流　6.5A 質量　3.8 kg
ブロワ	※ビオ・ミクト仕様	専用ブロワ	DC モーター駆動
電動弁	CKD	AB71-25-18-B3A-DC 24V	DC24V　消費電力 20W
モーターバルブ		MXBC2-15-0-3	DC24V　消費電力 7W
		MXB1-25-0B-3	DC24V　消費電力 17W
レベルセンサー	キーエンス	FL-001	DC10～30V 消費電力 0.3A~0.12A
DC ファン	ミスミ	C9225H24BPLB-7	最大風力 1.563 ㎥/min DC24V
人感センサー付照明	トイレ室内据付型		LED　10W　DC24V

※太陽光発電　　3.12 kWh（260W×12）
※風力発電　　0.6 kWh（300W×2）
※リチウムイオン電池容量　　28.44 kWh

図 4-2-4　システム構成図

図 4-2-5　標準設計図（正面立面図・後面立面図）

図 4-2-6　標準設計図（平面図・屋根伏図）

図 4-2-7　標準設計図（便所室平面詳細図）

図 4-2-8　標準設計図（断面図）

4-3　実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、実証申請者である株式会社ビオ・ミクトが平成 26 年 7 月 18 日に設置した。

4-4　実証装置の運転・維持管理方法

本実証装置に関する日常維持管理とトラブル対応は日常維持管理者である千葉県館山市が、また専門維持管理は、株式会社ビオ・ミクト立会いの下、特定非営利活動法人山のＥＣＨＯ及び一般財団法人日本環境衛生センターが行った。

4-5　実証装置の条件設定

本実証装置の設置条件および利用条件について、表 4-5-1 に示す。

表 4-5-1　設備条件及び利用条件

竣　　工			平成 26 年 7 月 18 日
インフラ条件	給水	上水	なし
		雨水	なし
	電源		なし
	道路		県道 250 線より沖ノ島渡り口まで 舗装道路あり
使用条件	利用形態		水洗
	使用期間		通年使用
	使用集中時等の制限		特になし
	トイレットペーパー		そのまま投入

５．実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水使用－生物処理－バイオチップ方式実証試験計画（平成 25 年８月）より要約し、以下に示した。

5-1　実証試験の実施体制

自然地域トイレし尿処理技術分野における実証試験実施体制を図 5-1-1 に示す。また、技術実証検討員を表 5-1-1、参加組織連絡先を表 5-1-2 に示す。

図 5-1-1　実施体制図

表 5-1-1　技術実証検討員

名　前	所属・肩書き
荒井　洋幸	山梨県観光部 観光資源課 課長
岡城　孝雄	公益財団法人日本環境整備教育センター 企画情報ｸﾞﾙｰﾌﾟ ｸﾞﾙｰﾌﾟﾘｰﾀﾞｰ
河村　清史	元 埼玉大学大学院理工学研究科教授
木村　茂雄	神奈川工科大学機械工学科 教授
桜井　敏郎	公益社団法人神奈川県生活水保全協会 公益理事
穂苅　康治	槍ヶ岳観光株式会社 代表取締役

（50 音順　敬称略）

表 5-1-2　参加組織連絡先

実証機関	特定非営利活動法人 山のＥＣＨＯ 〒105-0004　東京都港区新橋 5-5-1　IMC ビル新橋 9F TEL: 03-6809-1518　FAX: 03-6809-1412 平澤 恵介／ 加藤　篤 E-Mail　etv@yama-echo.org
試料採取・分析	一般財団法人 日本環境衛生センター 〒210-0828　神奈川県川崎市川崎区四谷上町 11-15 TEL: 044-287-3251　FAX: 044-287-3255 岡崎 貴之 E-Mail　okazaki@jesc.or.jp
運転・維持管理	千葉県館山市 〒294-0036　千葉県館山市館山 1564-1 TEL: 0470-22-3346　FAX: 0470-22-2546 E-Mail　shoukan@city.tateyama.chiba.jp　(商工観光課 代表)
実証申請者	株式会社ビオ・ミクト 〒690-0014　島根県松江市八雲台 2 丁目 9-352 TEL: 0852-67-2886　FAX: 0852-67-2868（本社） 上田　清美 E-Mail　bio-mikuto@herb.ocn.ne.jp

5-2　役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第 11 版に準拠）について、実証試験参加者と責任分掌を表 5-1-2 に示す。なお、環境省および実証運営機関（株式会社エックス都市研究所）の責任分掌については、実証試験要領を参照のこと。

表 5-1-2　実証試験参加者と責任分掌

区分	実証試験 参加機関	責任分掌	参加者
実証機関	特定非営利 活動法人 山のＥＣＨＯ	①実証試験要領案を作成 ②企業等から実証対象技術を公募 ③実証対象とする技術の選定 ④実証申請者等との協力により、実証試験計画を策定 ⑤実証手数料の詳細額を設定し、徴収 ⑥実証試験計画に基づき、実証試験を実施 ⑦実証試験結果報告書を作成し、環境省に報告 ⑧ロゴマーク及び実証番号の交付事務 ⑨技術実証検討会を設置・運営	調査・計画班 (代表理事) 上　幸雄 (研究員) 加藤　篤（理事） 平澤 恵介 総務・経理班 原田 雄美
実証 申請者	株式会社 ビオ・ミクト	①実証試験計画の策定にあたり、実証機関に必要な情報を提供する等、実証機関に協力 ②実証対象製品を準備。また、その他実証に必要な比較対象技術の情報等を実証機関に提供 ③実証対象製品の運搬、施工、撤去等が必要な場合は、実証申請者の費用負担及び責任で行う ④実証機関の要請に基づき、必要に応じ、試験作業の一部を実施する。また、その場合、実証試験計画書通りに試験が進められていることを示す、または試験に使用したデータを全て実証機関に提出する等、実証機関の要請に対して協力 ⑤実証対象技術に関する既存の性能データを用意 ⑥実証試験結果報告書の作成において、実証機関に協力	代表取締役 上田　清美
日常的な 運転・維 持管理者	千葉県館山市	①実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに実施 ②トラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介する （実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応。）	商工観光課
専門的な 運転・維 持管理者	一般財団法人 日本環境衛生 センター	①実証試験計画に基づき試料採取・分析を実施 ②実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに適正に運転･維持管理するための定期的な保守点検、汚泥の引き抜き等を実施	東日本支局 環境工学部 環境施設事業課 岡崎　貴之

5-3　実証試験期間

本実証試験の専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 に示す。

表 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

	専門管理、試料採取日
	平成 26 年　8 月 25 日（月）　実証開始日
第 1 回	平成 26 年　9 月 12 日（金）　実証開始から 18 日目
第 2 回	平成 26 年　10 月 16 日（木）　実証開始から 52 日目
第 3 回	平成 27 年　2 月 8 日（日）　実証開始から 167 日目

5-4　実証試験項目

表 5-4-1　実証視点と調査者

実証視点	調査者
(1) 稼働条件・状況	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター
(2) 維持管理性能	
(3) 室内環境	
(4) 周辺環境影響	
(5) 処理性能	

5-4-1　稼働条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼動するための前提条件として想定される項目を表 5-4-1-1 に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-4-1-1　　稼動条件・状況実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
処理能力	トイレ使用回数	自動開閉カウンター（実証装置に装備）を用い、記録	都度 (自動記録)	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター
水	必要初期水量（m^3）	初期水投入段階に記録	開始時	
	増加水量（m^3）	装置の水位から計算し、記録	試料採取時	
	引き抜き量（m^3）	引き抜き時に記録	都度	
汚泥	引き抜き量（㎥、kg）	引き抜き時に記録	都度	
電力	消費電力量（kWh/日）	電力計（実証装置に装備）を記録	1 回/日 (自動記録)	
気温 ※	設置場所の気温	自動計測器を設置して測定	1 時間間隔	

※　計測器には「実証試験機材」であることを明示する。なお、計測は自動測定器を用いる。

（１）使用回数

使用回数は、各トイレブースのドアに設けられた自動開閉カウンター（実証装置に装備）を用いた。

（２）室内温度、外気温、湿度、大気圧

室内温度、外気温、湿度、大気圧は、自動計測器を設置して測定・記録した。自動計測器の仕様を表 5-4-1-2 に示す。

表 5-4-1-2　温度・湿度・大気圧記録計

株式会社ティアンドディ		
気温･湿度･大気圧測定用	a.名称	温度・湿度・大気圧データロガー
	b.型式	TR-73U
	c.チャンネル	温度、湿度、大気圧各１チャンネル
	d.測定範囲	温　度：-10～60℃ (内蔵センサ) 湿　度：0～50℃･10~95%RH (付属センサ) 大気圧：750～1,100hPa (内蔵センサ)
	e.測定表示	温　度：0.1℃ 単位 湿　度：1%RH 大気圧：0.1hPa
	f.測定精度	温度：平均±0.3℃
	g.動作環境	温度：-10～60℃ 湿度：90%RH 以下(結露しないこと)
	h.記録容量	8,000 データ×3 チャンネル
	i.記録間隔	1･2･5･10･15･20･30 秒 あるいは 1･2･5･10･15･20･30･60 分から選択
	j.寸法･重量	(高) 55 ×(巾) 78 ×(厚)18 mm、62 g (電池含む)
	k.使用電池	単 3 アルカリ電池×１本
	l.電池寿命	約 10 ヶ月

5-4-2　維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。維持管理性能実証項目の記録方法及び頻度を表5-4-2-1 に示す。

表 5-4-2-1　　維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容、所要人員、所要時間、作業性等	日常管理チェックシートに記録 （館山市の管理日報を参照）	実施時	山のＥＣＨＯ 千葉県館山市
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	試料採取時	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター
汚泥の搬出及び処理・処分		発生汚泥処理･処分チェックシートに記録	汚泥の搬出時	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター
信頼性	読みやすさ、理解のしやすさ、正確性等	マニュアルチェックシートに記録	試験終了時	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター

5-4-3　室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。また、実証試験期間中にはトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握する。トイレ利用者室内環境に関する実証項目を表 5-4-3-1 に示す。

表 5-4-3-1　室内環境に関する実証項目

実証項目	方法	頻度	調査者
温度　※	自動計測器を建屋内に設置し、気温を測定・記録	１時間間隔	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター
湿度　※	自動計測器を建屋内に設置し、湿度を測定・記録		
許容範囲	利用者へのアンケート調査により、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握。	合計 50 人程度 （ｻﾝﾌﾟﾙ数）	

※ 計測器には「実証試験機材」であることを明示する。なお、計測は自動測定器を用いる。

5-4-4　実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術は非放流式であるが、設置に伴う土地改変状況等周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。そのため、本技術運用に伴う土地改変状況等についてチェックを行う。周辺環境への影響に関する実証項目について、表 5-4-4-1 に示す。

表 5-4-4-1　実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

分類項目	実証項目	方法	頻度	調査者
土地改変状況	設置面積、地形変更、伐採、土工量等	図面及び現場判断により記録	実証試験前 （１回）	山のＥＣＨＯ 日本環境衛生センター

5-4-5　処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる「稼動状況」、処理が適正に進んでいるかをみる「処理状況」、運転に伴って何がどれだけ発生したかをみる「発生物状況」等に分けられる。これらの処理性能を実証するため、処理水の分析、現地測定、現地調査(発生物調査等)を行う。

（１）試料採取場所

試料採取場所について表 5-4-5-1、処理性能に関する実証項目について表 5-4-5-2 に示す。

表 5-4-5-1　試料採取場所

分類項目	試料採取場所
循環水	ハイタンク、またはトイレロータンク内
処理工程水	受入槽(生物処理原水)、中間槽(生物処理水)
汚泥	第１曝気槽液

※詳細は図 4-2-3 参照（14 ページ）

表 5-4-5-2　処理性能に関する実証項目

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所
1 単位装置の稼働状況	—	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入）	F
	—	維持管理者へのヒアリングを実施	F
2 処理工程水循環水	増加水量	槽内水位及び汚泥引き出し量により把握	F
	色相	目視	F
	臭気	臭気の確認	F
	透視度	下水試験方法第 2 編第 1 章第 6 節	F
	水温	試料採取時に計測	F
	pH	ポータブル計測器で測定	F
	有機性炭素（TOC）	JIS K0102 22	L
	生物化学的酸素要求量（BOD）	JIS K0102 21	L
	塩化物イオン（Cl^-）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 31 節	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 12 節	L
	大腸菌群	下水試験方法第 6 編第 4 章第 2 節(特定酵素基質培地法およびデソキシコール酸塩培地法)	L
	アンモニア性窒素（NH_4－N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 25 節	L
	亜硝酸性窒素（NO_2－N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 26 節	L
	硝酸性窒素（NO_3－N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 27 節	L
	色度	下水試験方法第 2 編第 1 章第 4 節 1.透過光測定法	L
	溶存酸素（DO）	ポータブル計測器で測定	F
	電気伝導率（EC）	ポータブル計測器で測定	F
3 汚泥	色相	目視	F
	臭気	臭気の確認	F
	汚泥蓄積状況	スカム厚及び堆積汚泥厚測定用具により測定	F
	活性汚泥沈殿率（SV）	下水試験方法第 4 編第 1 章第 8 節の 1	F
	活性汚泥浮遊物質（MLSS）	下水試験方法第 4 編第 1 章第 6 節	L
4 その他	硫化水素ガス濃度	検知管による測定	F
	アンモニアガス濃度	検知管による測定	F

※実施場所記載欄の、F（Field）は現地測定、L（Laboratory）は試験室で測定することを表す。

（２）試料採取スケジュール及び採取方法

１）試料採取者

環境計量証明事業所、または、それと同等の品質管理が確保できる機関が担当し、装置の構造・機能を理解し、試料採取に関する知識を有する担当者が試料採取、単位装置の稼働状況調査を行う。

２）試料採取頻度、体制

調査実施時期は、調査期間を集中時と平常時に分類し、以下の３つの視点で処理性能を把握する。

視点１：平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

視点２：集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点３：集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

調査回数は、集中時、集中時後（平常時①)、気温低下時（平常時②）の計３回程度とし、実証装置の特徴や申請者が提出するデータをもとに、性能を適切に把握できる回数とする。

ただし、第１回目の試料採取を行う前には、必ず稼働状況をチェックし、正常に稼働している状態かどうかを確認する。また、処理に伴う発生物の搬出を行う場合は、その時点でも処理性能の調査を行う。

集中時とは試験期間のうちトイレ利用者が多いと見込まれる期間のことを指し、具体的な期間については、実証機関が実証試験場所の利用条件を踏まえて設定する。平常時とは集中時以外の期間を指す。

なお、試料採取は、可能な限り定刻とする。

表 5-4-5-3　　試料採取

	専門管理、試料採取日
第１回	平成 26 年　9 月 12 日（金）　実証開始から 18 日目
第２回	平成 26 年　10 月 16 日（木）　実証開始から 52 日目
第３回	平成 27 年　2 月 8 日（日）　実証開始から 167 日目

３）試料採取方法

試料採取方法は、JIS K0094 または下水試験方法に沿って行う。

① 液状試料：作動時に有姿状態で採取
（流水状態で採取＝洗浄水フラッシュ時）（必要に応じ 0.5～2 L）
（細菌試験以外の項目の試料はポリエチレンびん等、細菌試験の試料は滅菌びん）

② 汚泥試料：有姿状態で採取（必要に応じ 50～500 g）

４）試料の保存方法

保冷容器輸送（保冷剤入り）後、冷暗所（冷蔵庫等）にて保存する。

５）試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

① 試料の名称及び試料番号
② 採取場所の名称及び採取位置（表層または、採取深度等）
③ 採取年月日、時刻
④ 採取者の氏名
⑤ 採取時の試料温度、試料周辺温度
⑥ その他、採取時の状況、特記事項等

６）処理性能に関する調査の分類

処理性能に関する調査は、正常な水の流れや機器設備の稼働状況等を把握する単位装置の稼働状況調査、各単位装置流出水の性状を把握するための処理工程水質調査、及び汚泥の蓄積状況等を把握するための汚泥調査に分類される。これらは、機能の判断のための試料採取時にその場で行う現場測定と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分かれる。

現地で行う現場測定は、稼働状況調査として装置の稼働状況や汚泥生成量等を確認するとともに、感応試験、化学分析、機器測定により必要な項目を現地で表 5-4-5-1 に従って測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析等とする。

６．実証試験結果及び考察

6-1　実証試験の経過状況

実証試験における、実証試験の全体スケジュールを**図 6-1-1**、本装置の運転状況についてを**表 6-1-1** に示す。実証試験実施期間は平成 26 年 8 月 25 日（計測機器の設置）から平成 27 年 2 月 11 日（利用者アンケート実施日）までである。なお、本実証対象装置は平成 26 年 7 月 18 日に設置、供用開始している。

区分 ＼ 年月	平成26年 7	8	9	10	11	12	平成27年 1	2	3
	集中時		平常時						
山のECHO									
日本環境衛生センター		機材設置 ●	現地調査 ◎ 試料採取 ▲ 試料分析 ←→	現地調査 ◎ 試料採取 ▲ 試料分析 ←→ 調査結果・分析結果の解析、報告書作成 ←→				利用者アンケート ○ 機材撤去 ● 現地調査 ◎ 試料採取 ▲ 試料分析 ←→	
技術実証検討会	第1回 ★	第2回 ★		現地確認 ☆	第3回 ★				第4回 ★
維持管理者	設備運転・維持管理 ←→	日常管理チェックシートに記録 ←→ トラブル対応チェックシートに記録(発生時) ←→							

図 6-1-1　実証試験事業の全体スケジュール

表 6-1-1　運転状況

日時	経過日数	作業内容等
平成 26 年 7/19(土)	37 日前	実証対象装置竣工。供用開始
8/25(月)	—	実証試験開始、計測機器(温度計)設置及び計測開始
9/12(金)	18 日後	第 1 回現場調査：試料採取、臭気測定、設備チェック
9/17(水)	23 日後	バイオチップ一部入替
10/16(木)	52 日後	検討会（現地調査） 第 2 回現場調査：試料採取、臭気測定、設備チェック
平成 27 年 2/ 8(日)	167 日後	第 3 回現場調査：試料採取、臭気測定、設備チェック 計測機器(温度計)撤去及び計測終了
2/11(水)	170 日後	室内環境アンケート 実証対象装置の実証試験終了

6-1-1　気温、使用回数、電力量等

（1）気温、湿度、降水量

実証試験期間中、実証装置に温度記録データロガーを設置し、実証装置設置場所における温度の経時変化を測定したが、雨・風・砂埃等環境条件が悪かったことから、データロガートラブル（故障）が発生し、データ採取が行えなかった。

参考として、実証試験期間における館山気象台（北緯 34 度 59.2 分、東経 139 度 51.9 分、標高 5.8m：実証装置から直線距離で約 5km 地点）の月ごとの気温、降水量、湿度を図 6-1-1-1～6-1-1-2 に示す。データは気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）から引用した。

図 6-1-1-1　　館山気象台における気温データ

図 6-1-1-2　　館山気象台における湿度・降水量データ

（２）消費電力量

消費電力量の推移について図 6-1-1-3 に示す。1 日当たり平均消費電力量は、実証試験期間（8/25～2/11）で 4.9kWh/日、供用期間（7/19～2/11）で 5.1kWh/日である。

平常時において消費電力量は 5kWh/日程度で推移しており、大きな変動は認められない。使用集中時においてはやや消費電力量が多くなっているが、使用人数が多いことに伴う水量増加により、移送ポンプの稼動時間が増加したためと考えられる。

なお、データ上では消費電力量が 0kWh/日という実績が幾つか確認された。可能性として天候不順等で発電量（蓄電量）が減少した際に、バッテリー保護（過放電防止）の為に安全制御が作動したことが考えられる。ただし、日常管理者へのヒアリングでは停電等によるトラブルの報告はなかった。

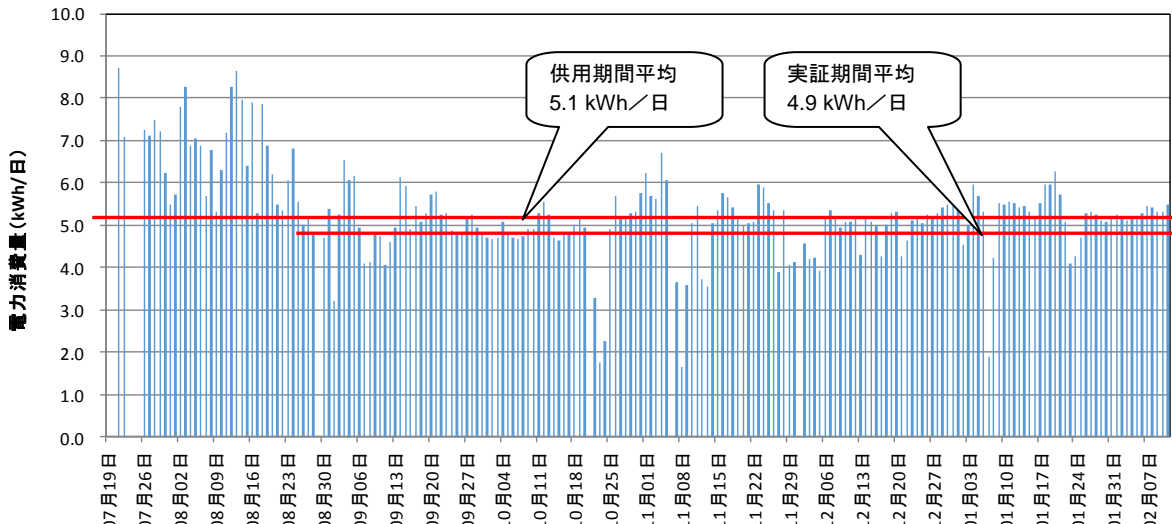



図 6-1-1-3　消費電力量

（３）使用回数

実証対象装置の供用開始（7/19）及び実証試験開始（8/25）から実証試験終了における実証装置の使用回数及び累積使用回数の推移を表 6-1-1-1～6-1-1-2 及び図 6-1-1-4 に示す。

利用者のピークは海開き（7/21）から夏休み期間中（8/31 まで）であり、１日の使用回数が 1,000 回を超える非常に大きなピークも認められる。ピーク期間中（7/19～8/31）における累積使用回数は 18,537 回で、１日平均の使用回数は 431 回/日である。

実証試験期間における累積使用回数は 9,131 回であった。また、平成 26 年シーズン開始（7/21）から実証試験開始時（8/25）までには、17,210 回の利用実績があり、平成 26 年度シーズン開始からの累積使用回数は 26,341 回である。

表 6-1-1-1　実証装置における日平均使用回数

区分		該当期間	日数（日）	使用回数（回）	１日平均使用回数（回/日）
平成 26 年度		26.7.19～27.2.11	207	26,341	127
	使用集中時	26. 7.19～26.8.31	43	18,537	431
	平常時	26. 9.1～27.2.11	164	7,804	48
実証期間		26.8.25～27.2.11	170	9,131	54
	使用集中時	26.8.25～26.8.31	6	1,327	221
	平常時	26. 9.1～27.2.11	164	7,804	48

表 6-1-1-2　試料採取日前日までの使用回数

区分	採取日	稼動日数（日）		累積使用回数 (回)		１日平均使用回数 (回/日)	
		実証期間 (8/25～)	供用期間 (7/19～)	実証期間 (8/25～)	供用期間 (7/19～)	実証期間 (8/25～)	供用期間 (7/19～)
第１回試料採取	26. 9.12	17	54	1,776	18,986	104	352
第２回試料採取	26.10.16	51	88	5,149	22,359	101	254
第３回試料採取	27. 2 .8	166	203	9,012	26,222	54	129

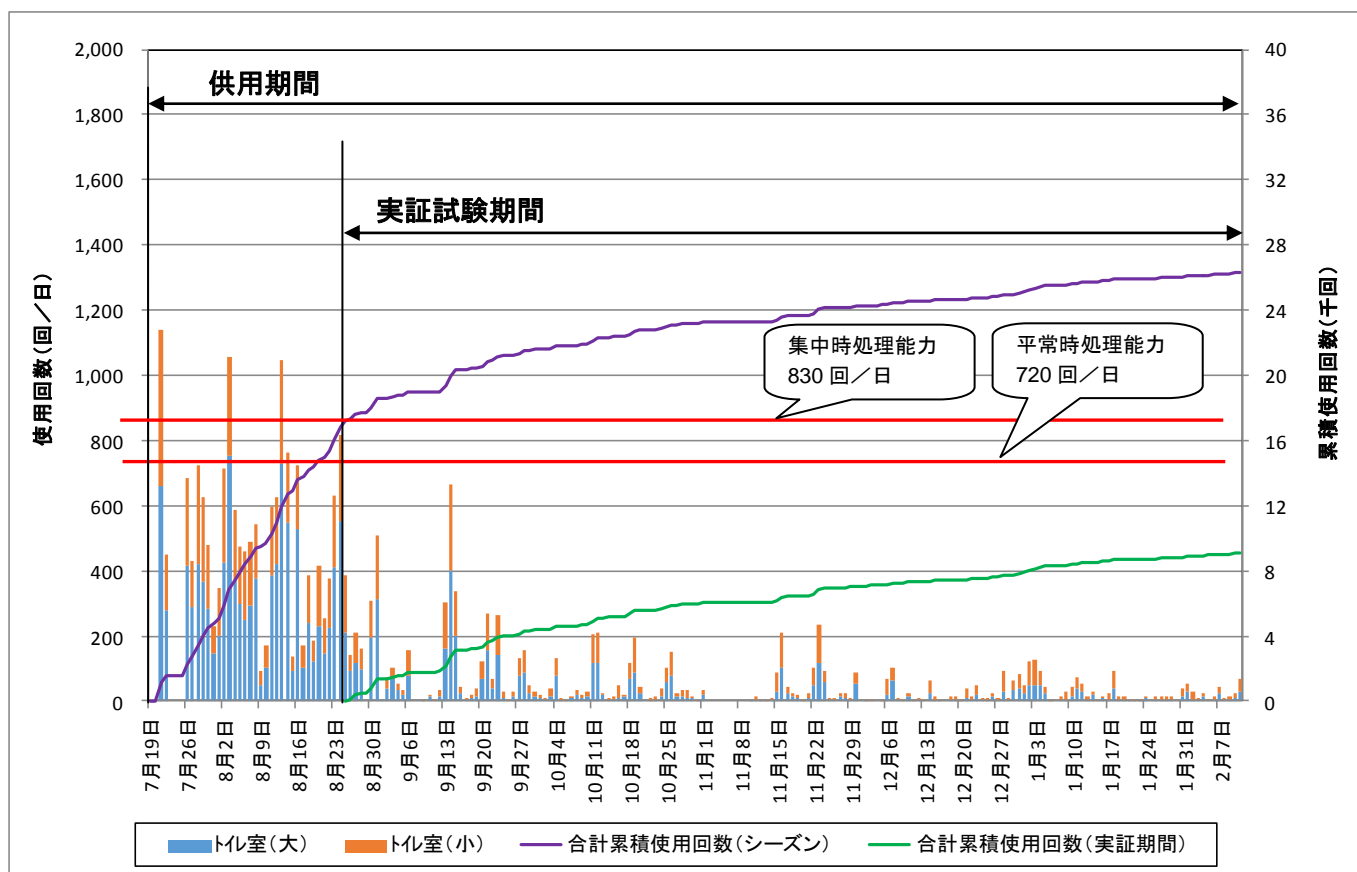



図 6-1-1-4　実証装置使用回数の推移

6-1-2　稼動条件・状況のまとめ

＜外気温、降水量、湿度＞

実証対象装置が設置されている場所の気象条件として、館山気象台（北緯 34 度 59.2 分、東経 139 度 51.9 分、標高 5.8m）の気象データを「気象庁ホームページ気象統計情報」より引用した。館山気象台は実証対象装置設置場所から直線距離で約 5km の地点であり、気象条件に大きな差はないと考えられる。実証対象装置の利用ピークである 7 月下旬から 8 月にかけては概ね 25～30℃程度の気温である。12 月を過ぎると気温は 10℃以下となり、最低気温は氷点下となる場合がある。

実証試験期間における最高気温は 31.0℃、最低気温は-2.7℃であった。

＜消費電力量＞

１日当たり平均消費電力量は、実証試験期間（8/25～2/11）集計で 4.9 kWh/日、供用期間（7/19～2/11）集計で 5.1 kWh/日であった。実証対象装置はブロワが連続稼動するため、使用回数に関わらず一定の電力を消費する。平常時において消費電力量は 5 kWh/日程度で推移し、大きな日変動は認められなかった。ただし、使用集中時においては使用回数増加に伴う水量増加により移送ポンプの稼動時間が増加し、やや消費電力量も増加する傾向がある。使用集中時において最大で 9kWh/日程度の電力が消費された実績も確認された。

また、利用者１人当たりの消費電力量を算出すると、実証試験期間集計で 93Wh/人、供用期間集計で 40Wh/人となった。

＜使用回数＞

実証試験期間における実証装置の累積使用回数は 9,131 回で、単純平均すると 1 日当たりの使用回数は 54 回/日であった。

実証試験期間で平常時の処理能力（720 回/日）を超えたことはなかった。最大は 665 回/日である。ただし、実証対象装置供用開始（7/19）から実証試験開始日（8/25）までには処理能力以上の利用負荷（特に 7/21 の海開き以降）があり、7/19～8/25 において 17,210 回の利用実績がある。特に利用者を供用開始から夏休み期間中（7/19～8/31）と設定すると、累積使用回数は 18,537 回で、1 日平均使用回数は 431 回/日である。また、この期間中において、平常時処理能力（720 回/日）を超える利用実績があったのはのは延べ 7 日で、うち 3 日は集中時処理能力（830 回/日）を超えた利用実績であり、最も利用が多かった利用実績は 1,141 回/日であった。

これらの過負荷状態は一時的なものではなく、連続する状況も認められた。処理装置に非常に大きな負荷がかかったままの稼動が相当期間続くこととなり、実証対象装置にとっては非常に厳しい稼動条件であった。

本実証試験の第 1 回目現地調査時においては既に利用ピークが過ぎており、その後はそれ程多くの利用実績は得られなかった。単発的には利用者がやや多い日が認められるものの、その使用回数は 200 回/日程度にとどまっている。実証期間の使用回数のみでは本実証試験中においては対象装置の処理能力に対して適切な負荷条件（使用回数）が得られていないことから、供用開始以降の使用集中期間などのデータも含めて検討する必要がある。

6-2　維持管理性能

6-2-1　日常維持管理

日常維持管理は、水使用 - 生物処理 - バイオチップ方式実証試験計画（平成 26 年 8 月）の資料１－①の日常管理チェックシートに従い、館山市が実施した。表 6-2-1-1 に概要を示す。

表 6-2-1-1　日常維持管理の概要

項目	実証試験結果
実施日	使用集中時：毎日 利用平常時：週１～２回
実施者	館山市（維持管理委託業者）
作業人数	１人
作業時間	約 30 分間
作業内容	トイレブースの掃除、トイレットペーパー等消耗品の補充、その他
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた

6-2-2　専門維持管理

専門維持管理は、水使用 - 生物処理 - バイオチップ方式実証試験計画（平成 26 年 8 月）の資料１－②の専門管理チェックシートに従い、日本環境衛生センターが実施した。表 6-2-2-1 に概要を示す。

表 6-2-2-1　専門維持管理の概要

項目	実証試験結果		
実施日	第1回	平成26年 9月12日	人数：2人
	第2回	10月16日	人数：2人
	第3回（冬期）	平成27年 2月 8日	人数：2人
実施者	一般財団法人　日本環境衛生センター		
作業時間	約１時間（試料採取を含む）		
作業内容	１．全般的な点検事項 臭気の有無、設備破損等の有無、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等 ２．装置の点検事項 槽内液等の外観確認、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無、 ３．試料採取、臭気測定（検知管）		
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた。		

6-2-3　発生物の搬出及び処理・処分

本技術は基本的に処理水再利用のクローズドシステムであるが、使用回数増加に伴い、汚泥の蓄積、循環水の濁り、難分解性物質等の濃縮が進行するため、汚泥等の引き抜き処分が必要となる場合がある。また、反応槽は使用回数増加等の過負荷状態になった場合には、目詰まりを解消するためにバイオチップの交換が必要となる。本実証試験期間中にはバイオチップの交換を 1 度行っている。

6-2-4　トラブル対応

7 月及び 8 月の著しい集中使用により処理機能が悪化したため、バイオチップの目詰まり等が発生したことから 9 月 17 日にバイオチップの入替を行った。入れ替えたバイオチップの量は 80 kg（２槽合計）である。

6-2-5　維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、日本環境衛生センターが実施した。表 6-2-5-1 に維持管理要領書の記載項目チェック票を示す。

表 6-2-5-1　維持管理要領書の記載項目チェック票

記入者名（組織名）：　岡崎　貴之（日本環境衛生センター）
担当作業内容：　専門管理　（主な作業内容：現場調査、試料採取、分析）
申 請 者 名 ：　株式会社ビオ・ミクト
技　術　名　：　移動式循環型水洗バイオトイレシステム
維持管理マニュアル類

大項目	小項目	記載の有無	コメント
1.日常管理全般（製品説明）	1.　利用上の注意	有	
	2.　処理の仕組み	有	
	3.　各部名称	有	
	4.　主要機器一覧	有	
	5.　運転・使用方法	有	
	6.　日常点検・清掃・頻度	有	
	7.　製品仕様	有	
	8.　充填材	無	
2. 専門管理全般（専門技術者向け）	9.　保守点検表	有	
	10.　制御盤	有	
	11.　処理槽	有	
	12.　循環水等	無	処理水の外観のみ。他項目（温度、pH、透視度等）の記載もあるとよい。
	13.　補修・交換部品	有	
	14.　充填材	有	
3. 開始・閉鎖時対応	15.　開始・閉鎖時対応	有	
4. 発生物の搬出及び処理・処分	16.　清掃方法（汚泥引き抜き等）	有	清掃を要する状況（どのような場合に清掃が必要か）について記述があるとよい。
5. トラブル対応	17.　トラブル対応（想定及び対応例）	有	代表的なトラブル事例についてＱ＆Ａ形式で記載されている。

維持管理要領書の信頼性の確認

大項目	小項目	記載内容	コメント
1.日常管理全般（製品説明）	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	写真や図を使用して説明するとよい。
	3. 正確性	良い	
	4. 情報量	普通	
2.専門管理全般（専門技術者向け）	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	写真や図を使用して説明するとよい。
	3. 正確性	良い	
	4. 情報量	普通	水質に関する管理指標等を記載するとよい。
3.開始・閉鎖時対応	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	所要時間等の記載もあるとよい。
4.発生物の搬出及び処理・処分	1. 読みやすさ	悪い	記載が不十分。
	2. 理解しやすさ	悪い	記載が不十分。
	3. 正確性	低い	記載が不十分。
	4. 情報量	少ない	残渣の搬出が必要となるケース、搬出頻度等についての記載がない。
5.トラブル対応	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	写真や図を使用して説明するとよい。
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	普通	水質のトラブル対応についても記載することが適当である。

6-2-6　維持管理性能のまとめ

＜日常維持管理＞

実証試験期間における日常維持管理に示された作業は、容易に実施できた。

＜専門維持管理＞

実証試験期間における専門維持管理に示された作業は、一回当たり 2 人で 1 時間程度のものを計 4 回実施し、その作業は容易に実施できた。

＜発生物の搬出及び処理・処分＞

処理能力を大きく超える著しい集中使用により処理機能が悪化したため、バイオチップの入替を実施した。入れ替えたバイオチップ量は 80 ㎏である。なお、排出したバイオチップについては再生処理し、リサイクルする予定としている。

＜トラブル対応＞

7 月および 8 月の著しい集中使用により、反応槽の目詰まりが発生し、バイオチップの交換を 1 度行った。

＜維持管理マニュアルの信頼性＞

維持管理マニュアルの信頼性の評価は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、日本環境衛生センターが実施した。概ね基本事項や必要事項は記載されている。維持管理において、水質的な観点からの記載がほとんどなく、追記が望ましい。また、「発生物の搬出及び処理・処分」に関してはほとんど記載がない。残渣の発生は想定していない（基本的に発生しない）ことが理由と考えられるが、本実証においては処理機能悪化の回復措置のために、バイオチップの入れ替え（排出）を実施している。残渣の発生がないことを基本としながらも、残渣の発生（搬出、処分等）が発生するケースについて記載があることが望ましい。

また、マニュアル類については、写真・図等を利用し、一般ユーザーにとって見やすい構成とすることが望まれる。

6-3　室内環境

6-3-1　室温、湿度

実証試験期間中の 8 月 22 日から 2 月 8 日におけるトイレブース室温の変化を**表 6-3-1-1**、**図 6-3-1-1**、湿度の変化を**図 6-3-1-2** に示す。

室温は 0.8～33.8℃（平均 15.5℃）であった。12 月中旬以降は概ね 10℃以下であり、時折 0℃近くまで室温が低下する場合もある。なお、湿度は 31～100%（平均 70.2%）であった。

トイレ室内の温度及び湿度と外気温及び湿度の比較を**表 6-3-1-1** に示す。

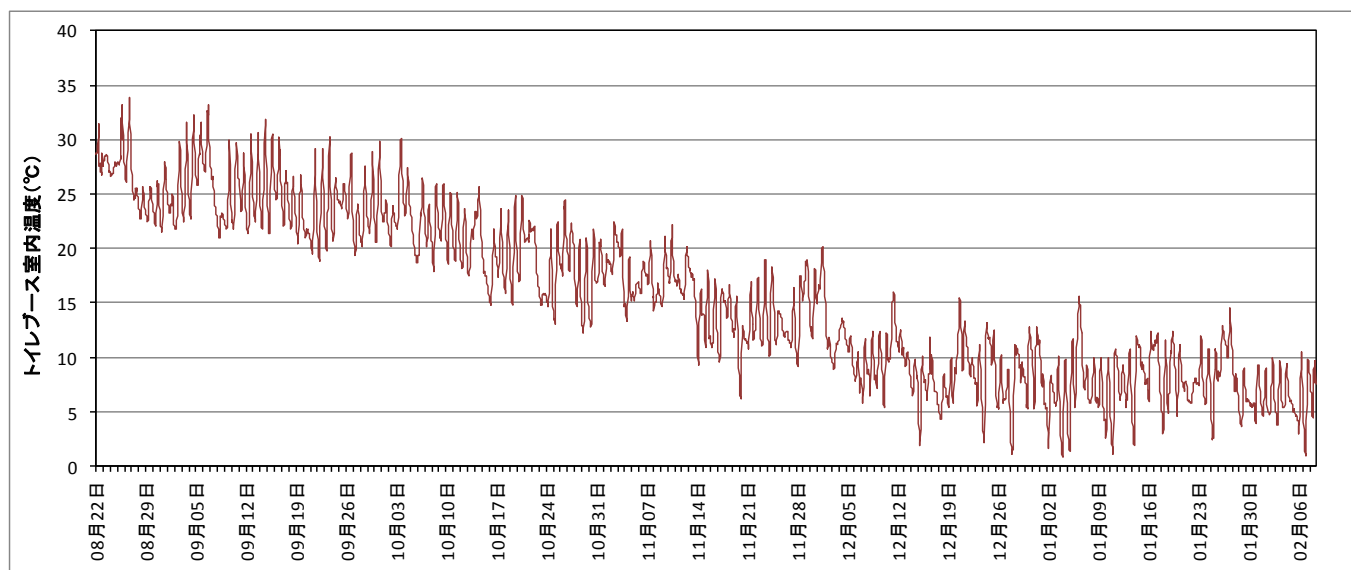



図 6-3-1-1　トイレブース内の室温変化

図 6-3-1-2　トイレブース内の湿度変化

表 6-3-1-1 処理装置内の温度、湿度の最大値、最小値、平均値

	トイレ室内 (8/22～2/8)		外気 (8/22～2/8)	
	温度 (℃)	湿度 (%)	温度 (℃)	湿度 (%)
最大値	33.8	100	31.0	99
最小値	0.8	31	-2.7	19
平均値	15.5	70	14.1	69

6-3-2 室内環境に関する許容範囲

実証試験期間に、本実証装置利用者への「室内環境アンケート」を実施した。有効回答数は 32 件。アンケート実施は平成 27 年 2 月 11 日（水・祝日）に行った。回答者属性、及び質問項目の集計結果を下記に示す。

（１）回答者属性

①性別と年代

表 6-3-2-1 を見ると、回答者の男女比は 6:4 となっている。年代別では「60 代以上」が 31%と最も高いものの、比較的多くの年代の利用者から回答が得られている。

表 6-3-2-1 回答者属性（性別と年代）

性別と年代	男性	女性	回答数
10代未満	0	0	0
10代	3	3	6
20代	4	0	4
30代	1	4	5
40代	2	3	5
50代	1	1	2
60代以上	8	2	10
無回答	0	0	0
計	19	13	32

②利用時間帯

表 6-3-2-2 のとおり利用時間帯を 3 つに区分すると、回答者は 12:00～15:59 の「昼（88%）」に集中している。

表 6-3-2-2　回答者属性（利用時間帯）

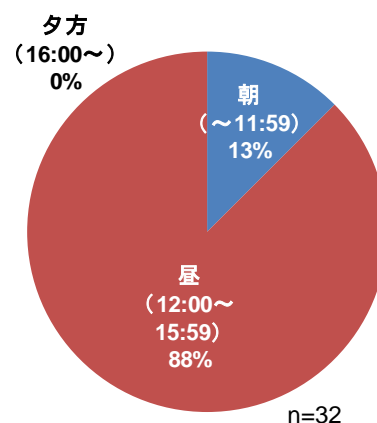
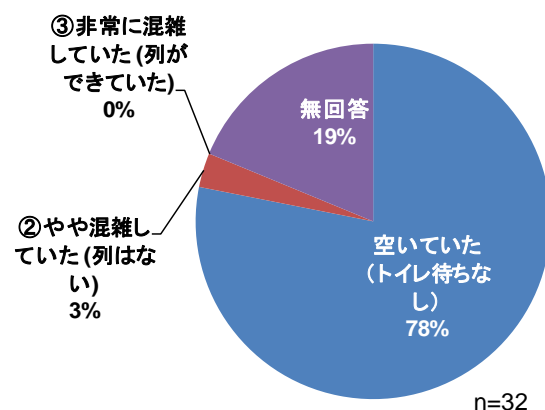
利用時間帯	件数
朝 （～11:59）	4
昼 （12:00～15:59）	28
夕方 （16:00～）	0
無回答	0
計	32

③利用時の混雑状況

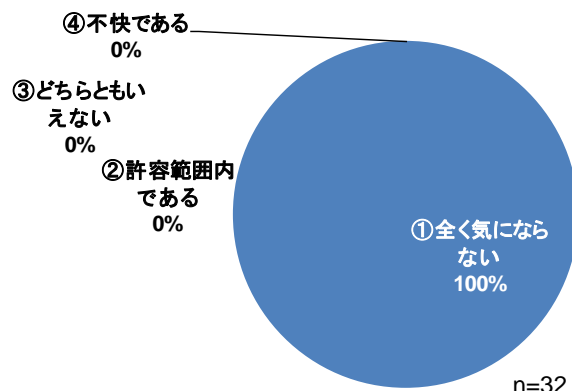
表 6-3-2-3 のとおり回答者の 78%が「空いていた（トイレ待ちなし）」と答えている。無回答 6 件を除外し 26 件で見ると、回答者のほぼ全てが「空いていた」と答えており、アンケートを実施した 2 月 11 日のトイレ利用状況はスムーズであったといえる。

表 6-3-2-3　回答者属性（利用時の混雑状況）

利用時の混雑状況	件数
①空いていた(トイレ待ちなし)	25
②やや混雑していた (列はない)	1
③非常に混雑していた (列ができていた	0
無回答	6
計	32

（2） トイレ室内の臭気

トイレ室内のにおいについては、全ての回答が「①全く気にならない」となっており、臭気についてはほとんどの利用者が不快に感じていないといえる。

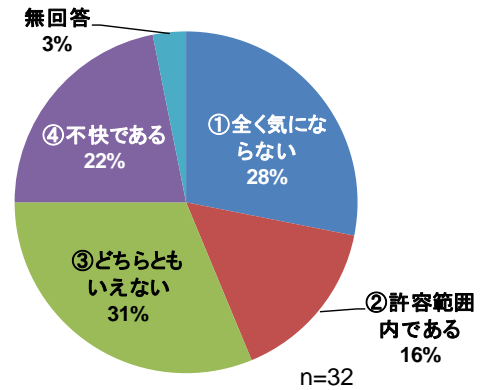
表 6-3-2-4　トイレ室内の臭気について

Q1 [SA]	件数
①全く気にならない	32
②許容範囲内である	0
③どちらともいえない	0
④不快である	0
計	32

（３）洗浄水の色や濁り

洗浄水の色や濁りについては「③どちらともいえない」が 31%で最も高いものの、「①全く気にならない」（28%）と「②許容範囲内である」（16%）を合わせるとと 44%となっており半数弱の利用者は洗浄水の色や濁りについて許容範囲内であるといえる。

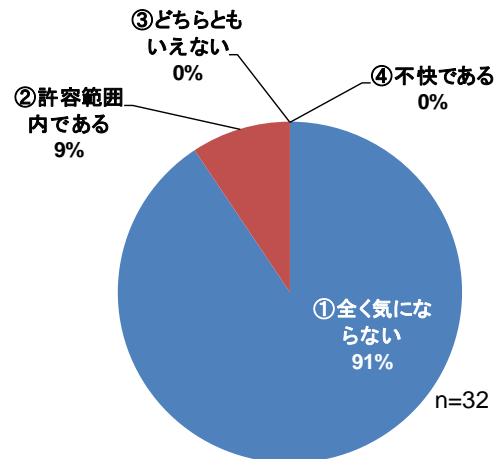
自由回答を見るとそのほとんどが「③どちらともいえない」と「④不快である」に集中しており、その理由として“濃くて前の人のウンチが残っている感じがして不快”、“使っていいか分からない”との回答があった。

表 6-3-2-5　洗浄水の色や濁りについて

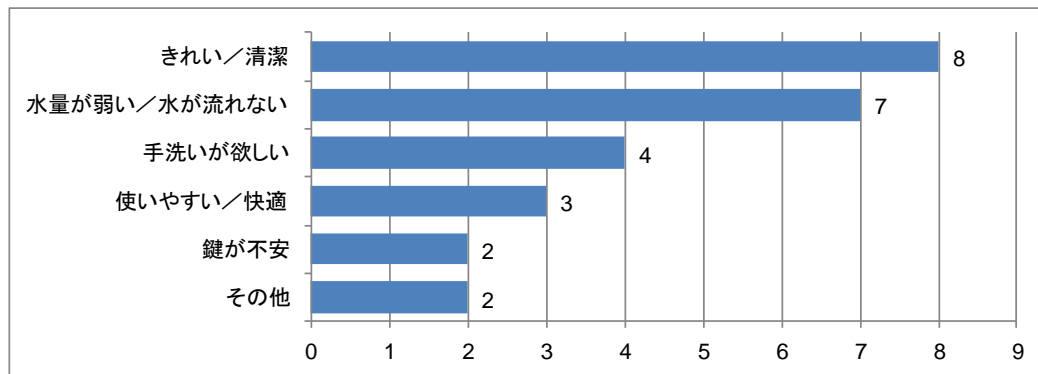
Q2 [SA]	件数
①全く気にならない	9
②許容範囲内である	5
③どちらともいえない	10
④不快である	7
無回答	1
計	32

（４）使用中のトイレ室内の機械音

トイレ室内の機械音については、「①全く気にならない」が 91%、「②許容範囲内である」9%となっており、個室を使用している時の機械音はほとんどの利用者が不快に感じていないといえる。

表 6-3-2-5　洗浄水の色や濁りについて

Q4 [SA]	件数
①全く気にならない	29
②許容範囲内である	3
③どちらともいえない	0
④不快である	0
計	32

（５）自由回答結果・考察

自由回答は、有効回答 32 名のうち、24 名の回答者からコメントが得られた。そのコメントより、主なメッセージの要素を表 6-3-2-6 の通りテキストマイニングを行った。

表 6-3-2-6　自由回答結果の項目分類

(回答者 24 名)

グラフのとおり、自由回答の内容はトイレ個室内の壁、便器が “きれい／清潔”という回答が8件で最も多く見られる。続いて“水量が弱い／水が流れない”（7件）、周辺に手洗い場が無いことから“手洗いが欲しい”（4件）という要望メッセージが見られる。中には手洗いは海水で洗ってくださいとの記述が必要との意見もあった。以下は“使いやすい／快適”が3件、鍵が閉まらない等の“鍵が不安”が2件となっている。“その他”のメッセージ項目としては、利用時に入口の段差について不便を感じ、1段ごとに広いと使いやすいとのコメントが見られる。

沖ノ島にはもともと内地側にトイレが設置されていなかったこともあり、トイレがあってよかったとのコメントや、実証装置のように太陽光を使用している点がよいなど、トイレに対する関心の高さがうかがえる。

6-4　周辺環境への影響

実証対象装置は処理水循環式の装置であり、処理水がトイレ系外に排出されることは原則としてない。システム上、利用者が非常に多い場合等には余剰水の発生も考えられるが、処理能力を大きく超える使用回数（最大で1,140回/日）においても余剰水の発生は認められなかった。仮に余剰水が発生しても、余剰水は「余剰水槽」に一時貯留されるため、余剰水が直接装置系外に排出されることはない。そのため排水による周辺環境への影響はない。

各水槽については密閉型マンホールで覆われており、槽内臭気等が外部に漏洩することは基本的にない。本実証試験（維持管理作業、アンケートによる利用者評価）においても臭気の問題はほとんど認められず、トイレ周辺に悪臭が認められることもなかった。

実証対象装置はコンパクトで地表面に据え置くタイプであり、設置の際に大規模な土地改変（掘削等）は原則として必要としない。

6-5　処理性能

6-5-1　現場測定結果

（１）経時変化の測定結果

　生物処理水槽液水温については温度データロガーを使用して経時変化の測定を行った。測定結果について**図 6-5-1-1**、外気温との比較を**表 6-5-1-1** に示す。

　処理装置（水槽外壁）には断熱施工（ウレタンフォーム吹付け）されているが、外気温の影響を大きく受けることが確認された。冬期においては外気温と比較して若干の保温効果は認められるが、それでも水温 10℃を下回ることが多く、生物処理の効率低下が推測される。実証装置は冬期の利用者が少ないこともあり、処理機能の悪化は認められなかった。冬期に相当数の利用者を見込む場合には十分な留意が必要である。

図 6-5-1-1　生物処理水槽水温の経時変化

表 6-5-1-1　生物処理水槽液の水温と外気温

	生物処理水槽液水温	外気温
最大値（℃）	29.9	31.0
最小値（℃）	6.6	-2.7
平均値（℃）	17.1	14.1

（２）現地検査時の測定結果

専門維持管理実施日（第１回：9 月 12 日、第２回：10 月 16 日、第３回：2 月 8 日、第４回（追加）：2 月 24 日）に実施した各項目の測定結果を以下に示す。

ア　ｐＨ

　専門維持管理において、受入槽液（生物処理投入汚水）、生物処理水槽液、中間槽液（１次処理水）、

ハイタンク液（最終処理水）についてｐＨの測定を行った。測定結果を表 6-5-1-2 に示す。

使用集中時においては全体的にｐＨが高い。後述するが、窒素形態もすべての水槽でアンモニア性窒素が主流であった。

使用集中時以外においては、ｐＨは 7 付近か若干低めであった。窒素形態も、アンモニア性窒素と酸化態窒素が共存している状況であった。

表 6-5-1-2　各処理工程のｐＨ測定結果

	受入槽 (生物処理投入)	生物処理水槽	中間槽 (１次処理水)	ハイタンク (処理水)
使用集中時：平成 26 年 9/12	8.31	8.43	8.30	8.30
使用集中時後:平成 26 年 10/16	7.15	6.71	7.48	6.31
気温低下時：平成 27 年 2/ 8	6.83	7.34	6.94	6.02

イ　透視度

専門維持管理において、中間槽液、ハイタンク液について透視度の測定を行った。測定結果を表 6-5-1-3 に示す。

使用集中時においては透視度が低く、処理水の外観（濁り）や臭気（し尿臭)、ｐＨ（高い）等から判断しても、明らかに処理機能が悪化していた。

使用集中時以外の測定結果では概ね 10 cm 程度の透視度であった。処理水が着色していることもあり、透視度がやや低いとも思えるが、外観的には濁りもなく、良好な処理水であった。

表 6-5-1-3　処理水の透視度測定結果

	中間槽 (１次処理水)	ハイタンク (処理水)
使用集中時：平成 26 年 9/12	2.6 cm	3.5 cm
使用集中時後：平成 26 年 10/16	12.0 cm	13.0 cm
気温低下時：平成 27 年 2/ 8	10.0 cm	10.4 cm

ウ　溶存酸素

第３回専門維持管理において、生物処理水槽の溶存酸素を測定した。測定結果を表 6-5-1-4 に示す。第３回調査時は、利用者が少なく(低負荷)、水温が低かったこともあり、やや高濃度の溶存酸素が認められた。

使用集中時（第１回）と使用集中時後（第２回）は溶存酸素の測定を行わなかったが、当時採取した処理水の水質（ＢＯＤ濃度、窒素形態）等から判断して、使用集中時は溶存酸素が不足、使用集中時後は十分な酸素が供給されていたと推測される。

表 6-5-1-4　処理水の溶存酸素測定結果

		生物処理水槽
第１回	使用集中時：平成 26 年 9/12	－
第２回	使用集中時後：平成 26 年 10/16	－
第３回	気温低下時：平成 27 年 2/ 8	6.8 mg/L

エ　汚泥沈降率（ＳＶ）

生物処理水槽は浮遊活性汚泥がほとんど認められず、ＳＶの測定は出来なかった。浮遊活性汚泥の存在はほとんど認められなかったが、生物処理水槽の溶存酸素消費状況（飽和溶存酸素濃度と溶存酸素濃度測定結果との差）等から判断すると、好気性微生物の存在はある程度推測される。

オ　臭気測定結果

専門維持管理の実施日におけるトイレブース内、処理装置内（メンテスペース）の臭気測定結果を表 6-5-1-5 に示す。なお、臭気測定は北川式検知管法にて行った。

表 6-5-1-5　トイレブース内、処理装置付近の臭気

	トイレブース内		処理装置内（メンテ環境）	
	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)
平成 26 年　9/12	0.7	2.0	0.05 未満	0.1 未満
平成 26 年 10/16	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	0.1 未満
平成 27 年　2/ 8	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	0.1 未満

(ア) トイレブース内

トイレブース内においては、使用集中時に、、硫化水素、アンモニアともに検出された。これは著しいピーク利用により処理機能（処理水質）が悪化し、便器洗浄水（処理水）そのものに臭気が認められたためである。使用後に洗浄水を流すことで、トイレブース内に臭気が認められた。

使用集中時以外の時期においては、硫化水素、アンモニアともに検出されなかった。処理水（洗浄水）にも臭気は認められなかった。

(イ) 処理装置内

処理装置内については、全ての時期において、硫化水素、アンモニアともに検出されなかった。メンテナンス環境としては支障ない。

6-5-2　試料分析結果

（１）水質分析結果

専門維持管理実施日（第１回：９月 12 日、第２回：10 月 16 日、第３回：２月８日、第４回（追

加）：2 月 24 日）に採取した検体の分析結果を表 6-5-2-1 に示す。

表 6-5-2-1　採取試料の分析結果

○使用集中時[試料採取：平成26年 9月12日]

		BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	MLSS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4−N (mg/L)	NO_2−N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm^3)
1	受入槽	470	290	140	−	1,000	960	0.1未満	0.29	910	−	−
2	生物処理槽	−	−	−	84	−	−	−	−	−	−	−
3	中間槽	560	370	47	−	1,000	710	0.1未満	0.18	690	1,100	−
4	ハイタンク	180	260	15	−	620	530	0.1未満	0.12	540	910	0

○使用集中時後[試料採取：平成26年 10月16日]

		BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	MLSS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4−N (mg/L)	NO_2−N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm^3)
1	受入槽	39	130	100	−	150	52	57	2.0	230	−	−
2	生物処理槽	−	−	−	46	−	−	−	−	−	−	−
3	中間槽	24	120	9	−	180	79	59	1.1	260	810	−
4	ハイタンク	12	130	6	−	150	51	71	2.7	240	780	160

○気温低下時[試料採取：平成27年 2月 8日]

		BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	MLSS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4−N (mg/L)	NO_2−N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm^3)
1	受入槽	51	170	77	−	250	100	0.2	120	500	−	−
2	生物処理槽	−	−	−	48	−	−	−	−	−	−	−
3	中間槽	7.4	160	6	−	230	97	1.2	110	490	840	−
4	ハイタンク	2.5	170	5未満	−	140	52	27	52	370	900	30未満

ア．ＢＯＤ

実証装置におけるＢＯＤの推移を図 6-5-2-1 に示す。

使用集中時においては、ハイタンク液（最終処理水）のＢＯＤは 180 mg/L と処理水の悪化が見られた。処理水（洗浄水）濃度が高いため、受入槽液、中間槽液すべての検体のＢＯＤが高濃度となった。設計使用回数を大きく超える著しいピーク利用があったこともあり、十分な生物処理が行われないまま、循環処理していた結果と考えられる。

使用集中時以外においては、ハイタンク液のＢＯＤは 20 mg/L（設計値）以下であり、良好な除去性能が認められた。

図 6-5-2-1　ＢＯＤの推移

イ．ＴＯＣ

実証装置におけるＴＯＣの推移を図 6-5-2-2 に示す。著しい集中使用により処理機能が悪化したため、使用集中期間終了後（9/17）にバイオチップの入替えの対応を実施した。結果、２回目採水時（使用集中時後：10/16）においてはＴＯＣ濃度が低下している。そして、３回目採水時においては若干の濃度上昇（濃縮と考えられる）が認められた。使用回数の増加に伴い、ＴＯＣ濃度は増加していくと推測される。

図 6-5-2-2　ＴＯＣの推移

ウ．ＳＳ

実証装置におけるＳＳの推移を図 6-5-2-3 に示す。

使用集中時において、中間槽のＳＳ濃度は 47 mg/L であり、沈殿槽において良好な固液分離機能は得られなかった。著しいオーバーユースにより処理水質が悪化し、固液分離性能が低下した

ためと考えられる。中間槽液（１次処理水）の水質が悪化したことで、反応槽のバイオチップ目詰まりの発生要因ともなり、結果、使用集中時後にバイオチップの入れ替え対応を実施した。

使用集中時以外の処理が安定している時期においては、沈殿槽で良好な固液分離性能が得られており、中間槽液、ハイタンク液ともにＳＳは低濃度であった。

図 6-5-2-3　ＳＳの推移

エ．窒素

実証装置における全窒素の推移を**図 6-5-2-4**、ハイタンク液（最終処理水）における窒素形態を**図 6-5-2-5** に示す。

使用集中時における全窒素濃度はハイタンク液(処理水)で 620 mg/L､受入槽及び中間槽で 1,000 mg/L と高濃度である。ハイタンク液の窒素形態は大部分がアンモニア性窒素または有機態窒素であり、窒素の硝化はほとんど認められなかったことから、生物脱窒素処理を機能させるに必要な空気（酸素）量が不足していたと考えられる。また、この時期はハイタンク液のＢＯＤ濃度についても濃度が高いことから、流入負荷量に対する曝気空気量が基本的に不足していたと推測される。

使用集中時以外における全窒素濃度は 150～200 mg/L 程度であり、使用集中時の状況と比較すると良好な窒素除去効果が得られている。また、ハイタンク液の窒素形態は 50%程度が酸化態窒素（亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素）であり、ある程度の窒素硝化も認められる。ハイタンク液のＢＯＤ濃度（低濃度）等から判断しても、適度な空気（酸素）量が供給されていたと推測される。

図 6-5-2-4　全窒素の推移

図 6-5-2-5　ハイタンク液（処理水）の窒素形態

オ．塩化物イオン

実証装置における塩化物イオンの推移を図 6-5-2-6 に示す。バイオチップの入替対応に伴い、１回目採水時から２回目採水時にかけて濃度が低下し、その後、３回目採水時にかけて濃度が上昇している。ＴＯＣと同様の傾向である。

図 6-5-2-6　塩化物イオンの推移

カ．色度

処理水の色度を**図 6-5-2-2** に示す。処理水の色度は概ね 800～1,000 度となっている。使用回数の増加とともに色度も上がることが推測されるが、本実証試験においては明確な傾向は確認できなかった。

表 6-5-2-2　処理水の色度

	中間槽 (1次処理水)	ハイタンク (処理水)
使用集中時：平成 26 年 9/12	1,100	910
使用集中時後：平成 26 年 10/16	810	780
気温低下時：平成 27 年 2/ 8	840	900

キ　大腸菌群

ハイタンク液（最終処理水）の大腸菌群数を**表 6-5-2-3** に示す。

2 回目試料採取時(10/16)に大腸菌群が若干(160 個/mL 以下)検出されたが、その他のサンプルでは 30 個/ml 未満であった。

表 6-5-2-3　ハイタンク液の大腸菌群数

	大腸菌群数 (個/mL)
1 回目採取(8/22)	0
2 回目採取(10/1)	160
3 回目採取(11/12)	30 未満

（３）使用回数と水質への影響

ア．１日あたり使用回数の影響

（ア）ＢＯＤ

１回目試料採取においては著しいピーク直後に採水したこともあり、処理水（ハイタンク液）のＢＯＤ濃度は高濃度であった。また、処理水の外観（濁り、透視度、臭気等）から判断しても、明らかに処理機能は悪化していた。処理能力を超える使用回数が相当期間続く厳しい処理条件であったことから、水量増加による滞留時間不足、過負荷による曝気風量不足等により十分な好気処理が得られなかったと推測される。処理水が悪化した結果、バイオチップの目詰まりも発生することとなり、使用集中時後にバイオチップの入替えをすることとなった。バイオチップ入替え以降については、使用回数が少ないことあり、処理水のＢＯＤ濃度は設計値（20 mg/L）以下であり、処理水外観（透視度、臭気等）も良好であった。

図 6-5-2-7　　使用回数と処理水ＢＯＤ濃度

（イ）窒素

使用集中時と平常時において処理水中の窒素形態に相違が認められた。**図 6-5-2-5** に示すとおり著しいピーク直後に採取した処理水の窒素については、アンモニア性窒素及び有機性窒素が主流で、硝酸性窒素や亜硝酸性窒素はほとんど認められなかった。ＢＯＤ除去も十分に得られなかったことから判断しても、曝気風量が不足していたと考えられる。使用集中時以外に採水した処理水の窒素については、硝酸性窒素または亜硝酸性窒素が半分以上を占めていた。

本処理装置では窒素が硝化されることで、ある程度の脱窒素処理が見込める。よって、曝気風量不足等でし尿中の窒素（大部分が有機性窒素またはアンモニア性窒素）が硝化まで進行しない場合は効果的な脱窒素処理は期待できない。脱窒素処理が行われず、処理水中に高濃度のアンモニア性窒素が存在する場合、一部ガス化するなどして臭気発生の要因ともなりうる。曝気風量不足は処理機能悪化につながるため、使用集中時の運用は留意が必要である。

イ．累積使用回数の影響

トイレ累積使用回数の増加に伴って処理水のＴＯＣや塩化物イオンは濃縮が予想されることから、トイレの累積使用回数と処理水（ハイタンク液）のＴＯＣ濃度及び塩化物イオン濃度の関係を確認した。9 月 17 日にバイオチップの入替を実施したため、9 月 17 日を起点として集計した。データが少なく、あくまで参考とはなるが、トイレ累積使用回数の増加に伴って処理水のＴＯＣ濃度及び塩化物イオン濃度の増加が認められた。

図 6-5-2-7　　使用回数と処理水ＢＯＤ濃度

6-5-3　追加試験　－陸前高田市仮設市役所駐車場トイレの稼動状況結果－

（１）試験概要

館山市（沖ノ島）における実証試験では、１年で利用者が最も集中する時期を終えてから十分な利用負荷が試験開始となり、その後、適切な利用実績が得られなかった。そのため、実証装置の平常時利用を想定した利用負荷でのデータを補完するため、１年を通して適切な利用実績があるとされる「陸前高田市役所（仮設庁舎）駐車場」に設置してあるトイレ（以下、陸前高田市のトイレ）について処理機能の調査を実施した。本トイレは館山市の実証装置と同形式であるが、電力供給については全て商用電力を使用している点が異なる。

本トイレ（装置）の概要を表 6-5-3-1、追加試験の概要を表 6-5-3-2 に示す。

表 6-5-3-1　　陸前高田市役所駐車場トイレ

技術名	移動式循環型水洗バイオトイレシステム
装置名称	スマートイノベーショントイレ「エシカル」
型式	BM-UDA-01
処理能力	平常時：200 回／日
電力供給	商用電源
設置場所	岩手県陸前高田市高田町鳴石 42-5 陸前高田市役所（仮庁舎）　駐車場
設置日(供用開始)	平成 23 年 6 月

表 6-5-3-2　　追加試験の概要

実施年月日	平成 27 年 2 月 24 日（火）
実施内容	①試料採取・分析：館山の試験内容に準じて実施 ②現場測定：館山の試験内容に準じて実施 ③臭気測定：館山の試験内容に準じて実施 ④その他稼動状況調査等

（２）使用回数

平成 25 年 5 月 23 日から平成 27 年 3 月 16 日における本トイレの使用回数について集計した結果を図 6-5-3-1 に示す。なお、本集計で使用した使用回数は、移送ポンプの稼動回数（移送量）を基に、１回使用当たりの汚水量（洗浄水含む）を除す方法で算出した推計値である。

集計期間における１日当たりの使用回数の平均は222回であった。最大使用回数は428回であり、使用回数の変動係数（最大値÷平均値）は 1.93 であった。

集計期間における累積使用回数は 147,279 回であった。現地調査を実施した平成 27 年 2 月 24 日時点においては、累積で 144,010 回の使用があった。

図 6-5-3-1　　使用回数の推移

（３）調査結果

ア．現場測定結果

現場で実施した水質測定結果を表 6-5-3-3 に示す。

表 6-5-3-3　現場測定結果（水質関係）

	水温 (℃)	ｐＨ	透視度 （cm）	溶存酸素 （ mg/L）	汚泥沈降率 (%)
受入槽(生物処理投入)	8.5	6.67	－	－	－
生物処理水槽	8.8	6.76	－	6.71	－
中間槽(１次処理水)	8.4	6.65	5.3	－	－
ハイタンク(処理水)	7.1	6.89	5.2	－	－

（ア）水温

各水槽液の水温は全体的に 10℃以下であった。

（イ）ｐＨ

窒素形態は約半分が硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素で占められていたこともあり、各水槽液ともにｐＨは７付近であった。

（ウ）透視度

１次処理水として中間槽液、最終処理水としてハイタンク液の透視度を測定した。ともに透

視度は 5 cm 程度であった。数値的には低い透視度であるが、各処理水の外観は濁りもなくクリアであった。数値が低いのは処理水の色度が高かった（色度 1,500 度）ことから、標識版（二重線マーク）が判別しにくかったためである。

（エ）溶存酸素

水温が低かったこともあり、高濃度の溶存酸素が認められた。

（オ）汚泥沈降率（ＳＶ）

館山の実証対象装置と同様、浮遊活性汚泥が認められなかったため、ＳＶの測定はできなかった。

イ．臭気測定結果

現場で実施した臭気測定結果を**表 6-5-3-4** に示す。トイレブース内、処理装置内ともに検知管測定レベルでは臭気は検出されなかった。

表 6-5-3-4　トイレブース内、処理装置付近の臭気

	トイレブース内		処理装置内(メンテ環境)	
	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)
平成 27 年 2/ 24	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	0.1 未満

ウ．水質分析結果

追加調査で採取した試料の分析結果を**表 6-5-3-5** に示す。ハイタンク液（処理水）のＢＯＤ濃度については設計値（20 mg/L）を十分満足する結果が得られた。

表 6-5-3-5　採取試料の分析結果（追加調査）

○追加調査[試料採取:平成27年　2月24日]

		BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	MLSS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4－N (mg/L)	NO_2－N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm^3)
1	受入槽	73	290	35	－	130	36	14	63	1600	－	－
2	生物処理槽	－	－	－	66	－	－	－	－	－	－	－
3	中間槽	4.0	290	5	－	130	36	14	64	1600	1500	－
4	ハイタンク	2.7	290	5未満	－	120	31	14	66	1600	1500	30未満

（ア）ＢＯＤ、ＳＳ、ＴＯＣ

ハイタンク液（処理水）のＢＯＤ濃度については設計値（20 mg/L）を十分満足する結果が得られ、良好なＢＯＤ除去性能が得られていた。

中間槽液のＳＳ濃度は 5 mg/L と良好であり、沈殿槽において良好な固液分離性能が得られ

ていた。また、ハイタンク液（最終処理水）のＳＳ濃度も 5 mg/L 以下と良好であった。

ＴＯＣは各水槽液とも 290 mg/L で安定していた。館山の実証試験結果（使用集中時除く）と比較すると濃度は高い傾向である。

（イ）ＭＬＳＳ

館山の実証試験と同様、生物処理水槽に浮遊活性汚泥はほとんど認められず、生物処理水槽液のＭＬＳＳは低濃度であった。

（ウ）窒素

全窒素濃度は 120～130 mg/L であり、ある程度の窒素除去性能が認められた。各水槽液の窒素は様々な形態で混在しているが、中でも硝酸性窒素の割合が最も多い。アンモニア性窒素の濃度は硝酸性窒素濃度に対して 1／2 程度であった。

（エ）塩化物イオン、色度

ＴＯＣと同様に、各水槽間で濃度の差異は認められなかった。また、館山の実証試験結果（使用集中時を除く）と比較すると濃度は高い傾向が認められた。

（オ）大腸菌群

ハイタンク液（処理水）において大腸菌群数は 30 個/mL 以下であった。

6-5-4　実証試験結果と追加試験結果について

実証試験結果と追加試験結果の考察を以下に示す。

（１）ＢＯＤ

館山の実証対象装置と陸前高田市のトイレのＢＯＤ値を図 6-5-4-1 に示す。追加調査の結果は、使用集中時（処理性能悪化時）を除いて館山の実証対象装置と同様の傾向を示した。ピーク使用等による処理性能悪化に留意すれば、累積使用回数に関わらず、良好な処理性能（ＢＯＤ除去）が得られることが確認された。

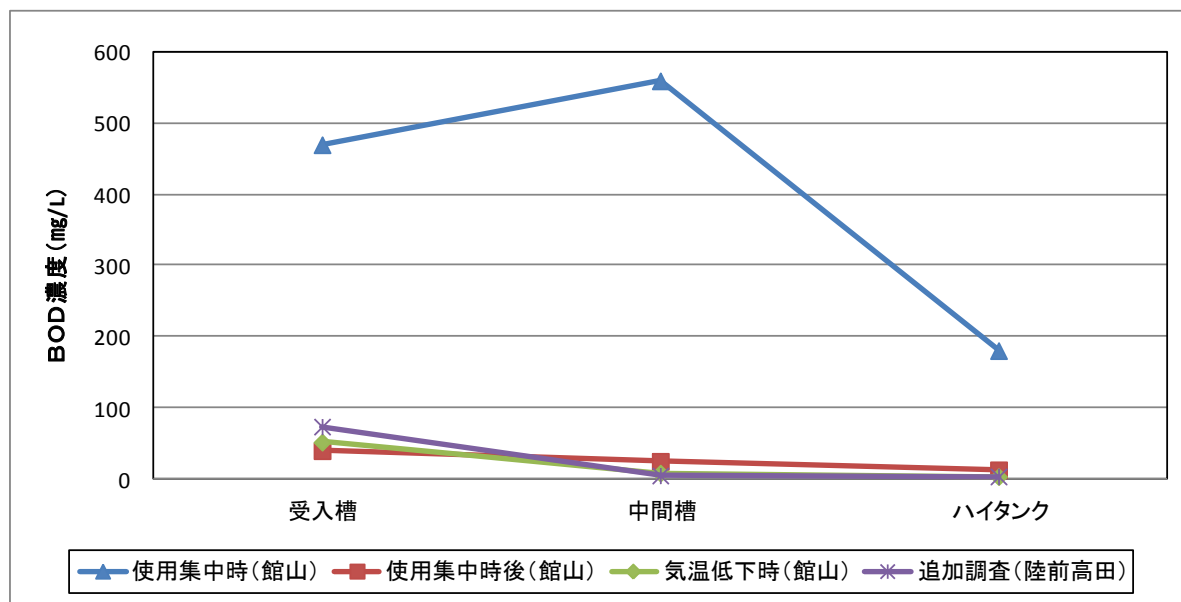



図 6-5-4-1　ＢＯＤの推移

（２）ＴＯＣ

館山の実証対象装置と陸前高田市のトイレのＴＯＣ値を図 6-5-4-2 に示す。館山の調査において、使用回数の増加に伴ってＴＯＣ濃度が増加していくことが推測された。累積使用回数が多い陸前高田市のトイレのＴＯＣ濃度は、使用集中時を除き館山の実証対象装置と比較して高濃度となった。これにより、累積使用回数の増加に伴ってＴＯＣ濃度が増加していくことが確認された。

図 6-5-4-2　ＴＯＣの推移

（３）ＳＳ

館山の実証対象装置と陸前高田市のトイレのＳＳ値を図 6-5-4-3 に示す。注視すべきは沈殿槽における固液分離効果（中間槽液のＳＳ濃度）であるが、陸前高田市のトイレも処理が安定している時期における館山の実証対象装置と同様に良好な結果が認められた。ＳＳ濃度はＢＯＤと同様に累積使用回数に影響するものではなく、処理性能に影響する要素であると考えられる。

図 6-5-4-3　ＳＳの推移

（４）窒素

館山の実証対象装置と陸前高田市のトイレについて全窒素の推移を図 6-5-4-4、ハイタンク液（最終処理水）における窒素形態を図 6-5-4-5 に示す。

全窒素の推移は使用集中時（処理性能悪化時）を除けば、館山市の実証対象装置も陸前高田市のトイレも同様の傾向を示した。使用集中時以外については概ね 200 mg/L 前後の濃度で推移し、使用集中時と比較して良好な脱窒素効果が得られた。

ハイタンク液の窒素形態についても、使用集中時を除いて亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素が半分程度を占めており、館山市の実証対象装置も陸前高田市のトイレもほぼ同様の傾向を示した。ただし、陸前高田市のトイレの結果では、館山市の実証対象装置と比較して硝酸性窒素の占める割合がやや大きい。陸前高田市のトイレは商用電源から電力供給を受けており、常時安定した曝気が行われているためと考えられる。

図 6-5-4-4 全窒素の推移

図 6-5-4-5 ハイタンク液(処理水)の窒素形態

(5)塩化物イオン・色度

館山の実証対象装置と陸前高田市のトイレについて塩化物イオンの推移を図 6-5-4-6 に示す。TOCと同様に累積使用回数の増加に伴い、濃度が増加することが確認された。

また、館山の実証試験では色度について、濃縮等の明確な傾向は確認できなかったが、陸前高田

市のトイレの処理水は、館山の実証対象装置の処理水と比較して色度が高かった（表 6-5-4-1）。色度についても使用回数の増加に伴い、濃縮する傾向があることが確認された。

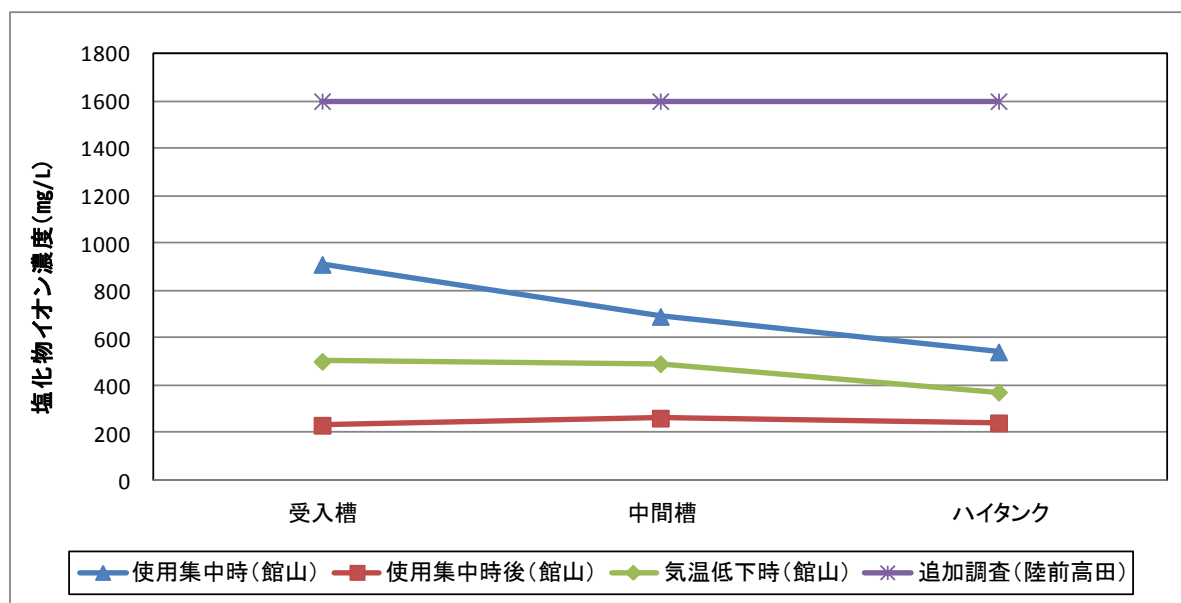



図 6-5-4-6　塩化物イオンの推移

表 6-5-4-1　色度の比較

	中間槽 （度）	ハイタンク (度)
館　山：使用集中時	1,100	910
館　山：使用集中時後	810	780
館　山：気温低下時	840	900
陸前高田 ：追加調査	1,600	1,600

6-5-5 処理性能のまとめ

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

＜現場測定結果＞

生物処理水槽液の水温は 6.6～29.9℃（平均 17.1℃）であった。また、実証試験と同時期の外気温は-2.7～31.0℃であった。実証対象装置は水槽外部に保温施工（ウレタンフォーム吹付け）されており、若干の保温効果も認められるが、冬期においては水温が 10℃以下にまで低下することが確認された。冬期は水温低下による処理効率の低下が推測される。

ｐＨは使用回数や処理機能の状況によって差異が認められた。使用集中時直後に実施した１回目の現地検査では、各槽（受入槽、生物処理水槽、中間槽、ハイタンク）のｐＨは 8.30～8.43 であり、全体的にｐＨは高めであった。過負荷による処理性能悪化で、し尿中の窒素がアンモニア性窒素及

び有機性窒素の形態で循環していたためと考えられる。一方、使用集中時以外の２回目現地検査、３回目現地検査、追加現地検査においては、処理が安定しており、いずれもｐＨは 7 付近で推移していた。窒素形態はアンモニア性窒素と硝酸性窒素、亜硝酸性窒素が混在していた。

使用集中時の処理性能悪化時においては、処理水の透視度は、中間槽液（１次処理水）で 2.6 cm、ハイタンク液（最終処理水）で 3.5 cm しか得られず、概観上もかなりの濁りが認められた。一方、使用集中時以外の現時調査時においては、いずれも 10～15 cm の透視度が得られ、濁りもなく外観的にも非常にクリアであった。処理水の概観からみると数値上透視度はやや低いとも考えられるが、これは処理水に濃い着色があることが影響している。

臭気については使用集中時直後の１回目現地検査において、トイレブース内に若干臭気が認められた。これは処理性能の悪化により処理水（便器洗浄水）に臭気を伴っていたためである。トイレブースは換気されているが、使用後に洗浄水を流すことで、一時的に臭気が発生した。使用集中時以外の現地検査においては、いずれも検知管測定のレベルでは臭気は認められなかった。

＜試料分析結果（ＢＯＤ、ＳＳ、窒素）＞

１回目現地調査時については、使用集中期間（7/21～8/31）において設計能力を大きく上回る過負荷使用があったこと等の影響により、処理性能が悪化していた。その後、バイオチップ入替えによる回復措置を実施した以降は安定した処理性能が得られ、処理水質も良好であった。追加調査した陸前高田市のトイレについても良好な処理水質が得られた。

ＢＯＤについては過負荷使用による影響で濃度が高くなったが、以後の平常使用においては処理が安定し、処理水（ハイタンク液）のＢＯＤ濃度は設計値（20 mg/L）を満足した。

使用集中時の処理機能悪化時には、水量・負荷量の増加などから沈殿槽での固液分離が悪化し、中間槽液のＳＳ濃度がやや上昇した。ＳＳ濃度の高い中間槽液をバイオチップが充填されている反応槽に投入したことにより、バイオチップの目詰まりが発生し、結果的にバイオチップ入替えの必要性が発生したと考えられる。使用集中時以外の処理が安定している時期においては、中間槽液のＳＳ濃度は 10 mg/L 以下で、沈殿槽による良好な固液分離性能が得られ、バイオチップの目詰まり等も発生しなかった。

窒素については使用集中時の処理機能悪化時には、ほとんど除去機能が得られなかった。各検体の窒素形態もアンモニア性窒素が主流であり、過負荷による曝気不足で窒素の硝化反応の進行が認められなかった。使用集中時以外の処理が安定している時期においては、半分以上を酸化態窒素（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）が占めており、十分に曝気されていたと推測される。各検体の窒素濃度から判断して、ある程度の脱窒素機能は得られていた。

＜試料分析結果（大腸菌群数）＞

処理水（ハイタンク液）の大腸菌群については２回目現地調査時に 160 個/mL 検出されたが、他の調査（追加調査含めて）では 0 または 30 個/mL 未満であった。実証対象装置は滅菌を目的とした設備は設置されていないが、処理水（ハイタンク液）の大腸菌群数は、廃棄物処理法のし尿処理施設維持管理基準値（3,000 個/mL）を十分に満足している状態であった。

＜使用回数と水質への影響＞

本実証対象装置は電力を使用してブロワを運転し、好気性処理するシステムである。よって、設計能力を大きく上回る負荷になると、必要とされる酸素量の供給がブロワ能力では追いつかなくなり、生物処理水槽液を好気環境に維持することが難しくなる。この状態が相当期間続くと槽内は嫌気環境となり、処理効率の大幅な低下、臭気発生、水質悪化等処理性能が悪化し、特にＢＯＤ除去機能、脱窒素機能には大きく影響が生ずる。使用集中よる過負荷も一時的なものであれば処理性能回復も容易と考えられるが、相当期間ピーク使用が続き、槽内が慢性的に嫌気状態となると処理性能は著しく悪化し、性能回復は困難なものとなる。館山の実証対象装置についてはバイオチップの入替で対応することとなった。過負荷時には処理性能悪化のリスクが非常に高まることから、処理能力を超える使用回数があった場合には、処理性能の監視が重要である。水質悪化の兆候が認められたら、対策を迅速に行う必要がある。

本実証対象装置は処理水循環式の処理装置である。よって、微生物で容易に分解出来ない物質（ＴＯＣ、色度、塩化物イオン等）については、累積使用者数の増加に伴って濃縮される。濃縮が進むことでバイオチップへの吸着等が考えられ、これがある程度進行するとバイオチップの目詰まり発生も推測される。よって、仮に処理性能が安定していたとしても、ある一定の累積使用でバイオチップの入替の必要性があると考えられる。

6-6　試験結果の全体的まとめ

＜稼動条件・状況＞

館山市における実証試験期間中の最高気温は 31.0℃、最低気温は-2.7℃であった。

１日当たり平均消費電力量は、実証試験期間（8/25～2/11）集計で 4.9kWh/日、供用期間（7/19～2/11）集計で 5.1kWh/日であった。平常時において消費電力量は 5kWh/日程度で推移し、大きな日変動は認められなかったが、使用集中時においてはやや電力使用量が多い傾向が認められ、最大で 9kWh/日程度の電力が消費された実績も確認された。使用集中時は使用回数増加に伴う水量増加により、移送ポンプの稼動時間が増加したためと考えられる。また、利用者１人当たりの消費電力量を算出すると、実証試験期間集計で 93Wh/人、供用期間集計で 40Wh/人となった。

実証試験期間における実証装置の累積使用回数は 9,131 回で、単純平均すると 1 日当たりの使用回数は 54 回/日であった。また、実証試験期間において平常時の処理能力（720 回/日）を超えたことはなく、最大使用回数は 665 回/日にとどまった。ただし、本実証装置が供用開始（7/19）してから実証試験開始（8/25）にかけては著しい利用ピークがあり、7 月 19 日～8 月 25 日において 17,210 回の利用実績があった。ここで、ピーク期間を供用開始から夏休み期間中（7 月 19 日～8 月 31 日）と設定すると、ピーク期間中の累積使用回数は 18,537 回、1 日平均使用回数は 431 回/日となった。また、ピーク期間中において、平常時処理能力（720 回/日）を超える利用実績があったのは延べ 7 日で、うち 3 日は集中時処理能力（830 回/日）を超えた利用実績であり、最も利用が多かった利用実績は 1､141 回/日であった。ピーク期間中における利用者の集中は一時的なものではなく、相当日数続く状況も認められた。処理装置に非常に大きな負荷がかかったままの稼動が相当期間続くこととなり、実証対象装置にとっては非常に厳しい稼動条件であった。

＜維持管理性能＞

日常維持管理に示された作業については容易に実施できた。

専門維持管理については１回当たり 2 人で 2 時間程度のものを、合計３回（館山実証対象装置の分のみ）実施し、その作業は容易に実施できた。ただし、追加調査の陸前高田市のトイレについては、水槽上部（マンホール）装置を格納しているコンテナ天井との空間が非常に狭く、水槽内の確認や試料採取が非常に困難であった（館山の実証対象装置はコンテナ天井を切り抜き、コンテナ外部からマンホールを開閉することが可能である）。**（下記写真参照）**

写真（左） 館山市 実証装置上　　　　**写真（中央・右） 陸前高田市 実証装置上と内部**

本実証対象装置は基本的に残渣等は発生しないとしているが、本実証試験では処理機能悪化時における機能回復措置としてバイオチップの入替えを実施し、結果的に 80 kg のバイオチップを搬出した。搬出されたバイオチップは乾燥後、再使用される予定である。

維持管理マニュアルについては「水質的な観点からの維持管理指標」、「残渣が発生する事例」等について記載不足が認められた。

＜室内環境＞

実証試験期間に、本実証装置利用者への「室内環境アンケート」を実施した。調査日は 2/11 に限られるが、利用者は臭気について不快に感じていないといえる。一方で洗浄水の色や濁りについては、「どちらともいえない」の回答が 31%で最も高くなっている。この理由として、“濃くて前の人のウンチが残っている感じがして不快”、“使っていいか分からない”との回答があった。ただし「全く気にならない」と「許容範囲内である」との回答を合わせると 44%となっており、半数弱の利用者は洗浄水の色や濁りについて許容範囲内であるといえる。

本装置は使用中のトイレ室内の機械音がせず、利用者の回答も「全く気にならない」が 91%となっており、ほとんどの利用者が不快に感じていないといえる。

自由回答を見ると、トイレ個室内の壁、便器が “きれい／清潔”という回答が最も多く見られる。要望のメッセージとしては、“水量が弱い／水が流れない”、周辺に手洗い場が無いことから“手洗いが欲しい”という回答が見られる。中には”手洗いは海水で洗ってくださいとの記述が必要”との意見もあった。

その他のコメントを見ると、沖ノ島にはもともと陸地側にトイレが設置されていなかったこともあり、トイレがあってよかったとのコメントや、実証装置のように太陽光を使用している点がよいなど、トイレに対する関心の高さがうかがえる。

＜周辺環境への影響＞

実証対象装置は処理水循環式の装置であり、処理水がトイレ系外に排出されることは原則としてない。システム上、利用者が非常に多い場合等には余剰水の発生も考えられるが、仮に余剰水が発生しても、余剰水は「余剰水槽」に一時貯留されるため、余剰水が直接装置系外に排出されることはない。排水による周辺環境への影響は基本的に発生しないことから、周辺環境への影響はない。

各水槽については密閉型マンホールで覆われており、水槽内の臭気等が外部に漏洩することは基本的には発生しない。

実証対象装置はコンパクトで地表面に据え置くタイプであり、設置の際に大規模な土地改変（掘削等）は原則として必要としない。

＜処理性能＞

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

○現場測定結果

生物処理水槽液の水温は 6.6～29.9℃（平均 17.1℃）であった。また、実証試験と同時期の外気温は-2.7～31.0℃であった。冬期においては水温が 10℃以下にまで低下することが確認され、水温低

下による処理効率の低下が推測される。本実証対象装置では冬期の使用回数が比較的少なかったことから、処理性能悪化は認められなかったが、冬期に利用者ピークが見込まれる場合には所定の処理性能が発揮できないことも考えられ、留意が必要である。

ｐＨは使用回数や処理機能の状況によって差異が認められた。処理性能が悪化した１回目の現地検査では、各槽（受入槽、生物処理水槽、中間槽、ハイタンク）のｐＨは 8.30～8.43 であり、全体的にｐＨは高めであった。一方、使用集中時以外の２回目現地検査、３回目現地検査、追加現地検査においては、処理が安定しており、いずれもｐＨは 7 付近で推移していた。ｐＨは容易に測定できる指標であり、処理機能状況を簡易に把握するのに有効と考えられる。

使用集中時の処理性能悪化時においては、処理水の透視度は、中間槽液（１次処理水）、ハイタンク液（最終処理水）ともにほとんど得られず（5cm 未満）、概観上もかなりの濁りが認められた。一方、使用集中時以外の現時調査時においては、いずれも 10～15cm の透視度が得られ、濁りもなく外観的にも非常にクリアであった。処理水の概観からみると数値上透視度はやや低いとも考えられるが、これは処理水に濃い着色があることが影響している。追加調査で行った陸前高田市のトイレも色度が高いことから 10cm 程度の透視度しか得られなかったが、外観上は非常にクリアな処理水であった。

臭気については使用集中時直後の１回目現地調査において、トイレブース内に若干臭気が認められた。これは処理性能の悪化により処理水（便器洗浄水）に臭気が伴っていたためである。トイレブースは換気されているが、使用後に洗浄水を流すことで、一時的に臭気が発生した。使用集中時以外の現地検査においては、いずれも検知管測定のレベルでは臭気は認められなかった。

○水質分析結果

１回目現地調査時については、使用集中期間（7/21～8/31）において想定を超える著しいピーク使用があったこと等の影響により、処理性能が悪化していた。その後、バイオチップ入替えによる回復措置を実施した以降は安定した処理性能が得られ、処理水質も良好であった。追加調査した陸前高田市のトイレについても良好な処理水質が得られた。

処理性能が悪化した使用集中時においては、ＢＯＤ除去性能は低下し、また、窒素の硝化が進行しなかったこと等から、流入負荷に対して十分な曝気風量が得られていなかったと推測される。この状態が相当期間続いたことから、生物処理水槽内が嫌気環境となり、処理が著しく悪化したと考えられる。また、処理性能が悪化したことで処理水のＳＳ濃度も増加した結果、透視度が悪化し、バイオチップの目詰まりを起こす要因ともなった。このように、処理能力を超える使用が相当期間続くことで、処理機能が悪化することが本実証試験で確認された。なお、沈殿槽から流出したＳＳは反応槽において除去され、蓄積されていく。結果としてバイオチップの空隙内に蓄積され、汚泥貯留機能が発揮されている。結果として、この反応槽における目詰まりは汚泥発生と言える。ただし、この著しいピーク利用においても余剰水は発生せず、汚水が装置系外に排出されることはなかった。処理水に臭気が伴ったことから、トイレの使い勝手としては性能が低下したが、周辺環境への影響はなく、衛生施設としてのトイレの役割は達成していたと考えられる。

使用集中時以外においては、使用回数がやや少なかった（負荷が低かった）こともあり、安定した処理性能が確認された。約３年の利用実績がある陸前高田市のトイレにおいても良好な処理性能が得られていることを追加調査で確認した。

〇使用回数と水質との関係

処理能力を大きく超える使用があり、それが相当期間続くことで処理性能が悪化することが確認された。水量増加による滞留時間不足、過負荷による曝気不足により、ＢＯＤ及び窒素の除去性能に影響（悪化）が認められ、沈殿槽における固液分離性能も悪化した。これによりＳＳ濃度の高い汚水が、バイオチップが充填されている反応槽に流入し続けた結果、バイオチップの目詰まりが発生し、バイオチップ入替えの必要性も発生した。

また、累積使用回数の増加によってＴＯＣ及び塩化物イオンの濃縮が確認された。これら生物処理が困難な物質については、累積使用回数と比例的に濃縮し続けると考えられる。これら物質が濃縮し続けた結果、バイオチップ等に吸着し、最終的には目詰まりの発生等も懸念されることから、将来的にはある一定の累積使用回数をもって、バイオチップの入替を行う必要性が考えられる。

７．本装置導入に向けた留意点

7-1　設置条件に関する留意点

7-1-1　自然条件からの留意点

本装置の基本技術は、好気性微生物（活性汚泥）を利用した生物処理である。よって、微生物の代謝が効率的に行われる槽内環境を維持することが重要である。

本実証試験期間のうち､冬期においては生物処理槽液の水温が 10℃を下回った｡本実証試験では、冬期の使用回数がそれほど多くはなかったことから、結果として処理機能に影響することはなかったが､微生物の活性が低下することが推測される｡本装置は地上式水槽を使用した処理装置であり、外気温の影響を大きく受ける。本実証対象装置は、装置全体をコンテナ内に収納し、水槽外壁には保温施工するなど、冬期の水温低下対策がされているが、それでも外気温に影響される形で冬期における水温低下が認められた。山岳地域等気候条件が厳しい場所に設置を検討する場合は凍結防止対策についても十分考慮する必要がある。温度低下対策としては、保温施工の充実化、ヒーターの設置、冬期の処理効率低下を想定した使用条件の確立、等の方法が考えられるが、設置費用（予算）や設置場所の電力調達事情、設置場所特有の利用条件等を十分考慮の上、設計する必要がある。

7-1-2　社会条件からの留意点

（１）維持管理体制

トイレ設備全般に共通することであるが、トイレは清掃や消耗品の補充等の日常管理を適正に実施することで衛生施設として機能する。また、本実証対象装置は自己処理トイレであるため、定期的な専門管理（機器の保守、水質管理、その他）も必須である。これらの維持管理が確実に実施される体制を整備しておくことが必要である。

（２）残渣の外部搬出

実証対象装置は原則として残渣類は発生しないとしている。ただし、処理機能悪化時におけるバイオチップの入替えに伴う残渣（バイオチップ）の発生、過負荷使用等に伴う余剰水の発生等、装置系外に残渣等を搬出するケースも否定できない。このようなことが発生した場合に、迅速に対応できるよう、廃棄物処理法に準じた適正な体制（輸送、処理、処分等）を構築しておくことが必要である。

7-1-3　インフラ整備条件からの留意点

（１）部品・機材等搬入道路、残渣の搬出道路

実証装置はコンテナ内部に構成設備（機器）を収納し、地上に据え置くタイプの装置であり、原則として地盤の掘削やコンクリート打設等は必要としない（ただし、安定した地盤が得られない場合には必要に応じて地盤改良等を行う必要がある)。施工にに伴って重機等は基本的に必要としないが、設置場所への搬入道路の有無により施工費用が大きく影響することに留意が必要である。

また、残渣類は基本的に発生しない設計であるが、余剰水や残渣等の搬出が必要となった場合を想定し、搬出方法を検討しておく必要がある。

（２）電力

本装置はブロワやポンプ稼動のための電力が必須であるため、これらを確保できることが設置条件となる。電力は本実証対象装置のように自然エネルギー（太陽光、風力等）を使用する場合、陸前高田市のトイレのように商用電力を使用する場合の 2 通りが考えられる。

自然エネルギーを使用する場合、使用できる電力量が限られるため、使用回数の設計には十分留意する必要がある。本実証試験では使用集中時において処理性能が悪化したが、その原因は過負荷に伴う装置そのものの曝気能力不足で、生物処理水槽が好気的に維持できなかったことが主要因と考えられる。電力不足に伴う曝気不足も処理性能悪化につながることに十分留意する必要がある。

逆に商用電力が確保できれば、臨機応変な電力使用が可能となるため、運用上様々な対応が可能となる。一例として、曝気ブロワを複数台設置し、利用状況に応じて臨機応変に運転台数を調整するような運用も考えられ、ピーク対策の選択肢も増える。

（３）水

実証対象装置は施工後、稼動開始に伴って約 16ｔの初期水が必要である。近傍に適切な水が確保できない場合は、調達方法を検討する必要がある。

7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点

7-2-1　設計上の留意点

（１）処理能力の設定

本実証試験において処理能力を超える過負荷の状態が相当期間続くことで、処理性能が悪化することが確認された。よって、必要とされる処理人数を十分に検討した上で処理能力を設定することが重要である。しかし、自然地域や観光地に設置する場合、シーズンによって使用者数が大きく異なるのは普通のことであり、適正な処理能力を設定するのは非常に難しいことが多い。平常時を基本に処理能力を設定すれば、使用集中時に処理性能悪化を招くし、使用集中時を基本に設定すれば装置が大規模なものとなりイニシャルコストが増加する。設置予算、トイレ設置場所の特徴（利用見込み）、使用集中時の対応等総合的に検討して装置の能力設定を行う必要がある。トイレは処理能力を超えたからといって安易に閉鎖できない設備であり、使用集中時の対応については特に検討する必要がある。使用集中時の対応については以下のような対策が考えられる。これら対策の有無により、要求される処理能力は大きく異なる。

①仮設トイレ等の増設
②曝気能力の一時的な増強（商用電力が使用できる場合等に有効）
③多少の処理機能悪化を伴っても使用を継続し、使用集中時後に回復措置
④一旦受け入れた汚水を夜間等において処理
⑤その他

（２）余剰水槽

実証装置は基本的には余剰水は発生しない設計であるが、設計能力を大きく上回る場合等においては余剰水の発生も否定できない。このため、本実証対象装置には余剰水槽が設置されており、余

剰水槽に仮貯留することで、装置の系外に直接排出されることがないような構造となっている。余剰水槽は余剰水が発生した場合のクッションタンクであり、通常は使用しない水槽である（本実証試験においても余剰水槽に処理水が流入することはなかった）。よって平常時等は雨水貯槽等に転用し、トイレ清掃作業等に使用するような運用も考えられる。

7-2-2　運転・維持管理上の留意点

日常維持管理について、必要な作業は容易に行うことができ、特に課題はみられなかった。日常維持管理はトイレの機能（衛生維持）に直結する重要な事項であるので、維持管理体制については確実に行う体制を検討する必要がある。

専門維持管理について、館山の実証対象装置については容易に行える構造であったが、追加調査を行った陸前高田市のトイレは水槽マンホールからコンテナ天井までの空間が非常に狭く、マンホール開閉、槽内点検、槽内液のサンプリング等に困難があった。専門維持管理のメンテナンススペースについては計画の際に考慮することが必要である。

トイレはその重要性から、事故や故障等のトラブルが発生した場合においても、迅速な対応及び早期復旧が求められる。このため、設置者、日常管理者、技術者、製造メーカー間等の連絡体制を明確にしておくことが重要である。

８．課題と期待

8-1　今後の課題

実証試験により、実証対象装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、処理性能、周辺環境への影響等を確認した。

8-1-1　設計上の課題

本実証試験において著しい集中使用により処理性能の悪化が確認されたため、使用集中時対応の検討が必要である。また、平常時や閑散期においては本実証装置がオーバースペックである点が確認された。自然地域等の観光地においてはシーズンによって使用回数が大きく異なるのが通常で、適正能力の設定は最も基本的な課題である。使用集中時、平常時、閑散時等１年通しての使用回数のシミュレーションが非常に重要である。

負荷変動対策の一例として、曝気ブロワを複数台設置し、シーズン（使用回数）によって臨機応変に運転台数を変更する方法が考えられる。ただし、ブロワの運転台数を変更するということは、装置の消費電力が変動することである。商用電力等臨機応変な電力使用が可能であれば有効と考えられるが、自然エネルギー等で電力確保を計画する場合は検証が必要である。

8-1-2　電力供給の課題

実証対象装置は処理に電力を使用するため、電力供給のインフラが整備されている山岳地域、山麓、海岸、離島、観光地等で有効である。電力供給のインフラが整備されていない地域で計画する場合には、自然エネルギーや発電機等を使用して電力を得なければならない。本実証対象装置は電力供給のインフラが整備されていない地域に設置されていたが、処理に必要な電力は太陽光と風力のハイブリッド発電により確保されていた。そして、使用集中時においては過負荷により処理性能が低下したものの、適切な負荷条件であった平常時においては良好な処理性能が得られていた。本実証対象施設のように、自然エネルギー等で必要電力を得ようとする場合、電力不足は曝気不足により処理性能悪化の要因となることに十分留意し、確保できる電力量については十分な検討が必要となる。

8-1-2　処理水（循環水）の課題

本技術は無希釈でし尿を処理し、処理水を便器洗浄水として循環使用するトイレである。よって処理水は着色を伴い、使用回数の増加（累積）に伴って処理水の色度は濃縮する。ＢＯＤ等の汚濁物質は除去されており、処理性能的には支障ないが、処理水は洗浄水として使用するため、着色した洗浄水が流れることによってイメージの低下を伴う（利用者アンケートでも、処理水の着色についての意見が認められた）。また、処理水の脱色を検討する場合には、活性炭を使用する方法等が考えられるが、ランニングコストの増加、活性炭定期交換等に伴う残渣の発生及び搬出等について、十分検討する必要がある。

8-1-3　維持管理・保守管理の課題

本技術は高度な処理技術であり、処理性能を良好に維持するためには日常維持管理及び定期専門管理は不可欠である。以後、長期の稼動に伴い構成機器類の保守についても重要な要素となり、機

器類が突発的に故障した場合等においても、迅速に対応できる体制を整備しておくことが重要である。

8-2　今後の期待

本技術の適用にあたっては、電力供給のインフラが整備されていることが望ましい。ただし、本実証対象装置の場合のように、自然エネルギー等により適切な電力供給が得られれば、商用電力のインフラが整備されていない地域でも適用は可能である。

本技術は処理能力を大きく超えるような集中使用があった場合、処理機能の悪化は避けられない。ただし、このような厳しい使用条件においても汚水（余剰水）が装置系外に直接排出されることはなく、周辺環境の汚染も防止できる。自然地域においては著しい集中使用は十分に想定されることである。本装置は使用集中によって処理が悪化した場合、処理水（洗浄水）の悪化に伴って臭気の発生や使い勝手の低下が若干認められるものの、周辺環境の汚染など重大な機能悪化には至らない。

本技術のような先進的な環境技術が普及することにより、自然環境の豊かな自然地域の環境保全に大きく寄与することが期待される。

■付録 ―用語集―

用語	解説
SS:浮遊物質（mg/L）	水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2 mm 以下の固形物量を表し、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなる。処理により SS が除去されると BOD も低くなる。一般に収集し尿は 1 L につき約 18,000 mg の SS を含んでいる。
pH：水素イオン濃度指数	酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。ｐH が 7 のときに中性で、7 より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示す。一般にし尿は、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。
電気伝導率（μ気伝導率または mS/m）	水溶液の電気の通しやすさを表し、水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となる。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなる。
Cl^-：塩化物イオン（mg/L）	水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定する事ができる。
TOC: 全有機炭素（mg/L）	有機物中の炭素量を表す。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなる。BOD の分析には 5 日間がかるが、TOC は分析装置により短時間で分析できる。
T-N：全窒素	有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
NH_4-N:アンモニア性窒素 (mg/L)	アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表す。アンモニアはタンパク質のような有機窒素化合物が分解して生成する。
NO_2-N:亜硝酸性窒素（mg/L）	亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。亜硝酸は、主にし尿及び下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成する。
NO_3-N：硝酸性窒素（mg/L）	硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物。
大腸菌群（個/mL）	大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているので、大腸菌が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味する。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌が存在している。

■資料編　―実証試験場所および装置写真―

1．実証装置周辺（千葉県館山市）

写真①　設置場所周辺の様子（沖ノ島渡り口付近）※平成 26 年 8 月 25 日撮影

写真②　実証装置を正面から望む（赤が女性用、青が男性用）※平成 26 年 8 月 25 日撮影

写真③　沖ノ島海水浴場の観光シーズンの様子（館山市 HP より抜粋）

２．実証装置本体（千葉県館山市）

（１）トイレブース

写真④　左から「男性用小便器（流し水あり）」、「女性用便器」、「ブース上部」、「⑧入口ドア正面」

（２）装置内部（循環水）

①原水槽（写真無し）
↓
②受入槽
↓
③生物処理槽１
↓
④生物処理槽２
→
⑤沈降槽
↓
⑥NEW 沈降槽（写真無し）
↓
⑦中間層
↓
⑧反応槽１
→
⑨反応槽２
↓
⑩洗浄水槽
↓
⑪ハイタンク（写真無し）